



TUGAS AKHIR - MN 141581

**ANALISA DESAIN *GRAVING DOCK GATE* DENGAN
VARIASI JARAK GADING UNTUK *GRAVING DOCK*
PANJANG 150 M, LEBAR 27 M DAN TINGGI 8 M**

Kharis Abdullah

N.R.P. 4111 100 017

Dosen Pembimbing

Ir. Budie Santosa, M.T.

Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2015



FINAL PROJECT - MN 141581

**DESIGN ANALYSIS OF GRAVING DOCK GATE USING
FRAME SPACING VARIATION FOR GRAVING DOCK
WITHIN A LENGTH OF 150 M, WIDTH OF 27 M AND
HEIGHT OF 8 M**

Kharis Abdullah

N.R.P. 4111 100 017

Supervisor

Ir. Budie Santosa, M.T.

Departemen of Naval Architecture & Shipbuilding Engineering

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2015

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA DESAIN *GRAVING DOCK GATE* DENGAN VARIASI JARAK GADING
UNTUK *GRAVING DOCK* PANJANG 150 M, LEBAR 27 M DAN TINGGI 8 M**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Konstruksi dan Kekuatan Kapal

Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

KHARIS ABDULLAH

NRP. 4111 100 017

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing,



Ir. Budie Santosa, M.T.

NIP. 19500402 197803 1 002

SURABAYA, JULI 2015

ANALISA DESAIN *GRAVING DOCK GATE* DENGAN VARIASI JARAK GADING UNTUK *GRAVING DOCK* PANJANG 150 M, LEBAR 27 M DAN TINGGI 8 M

Nama : Kharis Abdullah

NRP : 4111 100 017

Jurusan : Teknik Perkapalan

Dosen Pembimbing : Ir. Budie Santosa, M.T.

ABSTRAK

Abstrak – Seperti diketahui secara umum, galangan memiliki fasilitas docking berupa *graving dock/dry dock*, dimana dock ini berupa kolam besar berada di tepi laut, konstruksi sipilnya terdiri dari dinding dan lantai beton dan juga pintu (*gate*) berupa konstruksi baja yang kontak langsung dengan laut. Konstruksi *graving dock gate* yang digunakan harus mampu menahan beban dari gelombang laut yang setiap saat memiliki ketinggian permukaan air yang berbeda. Dengan melakukan variasi pada konstruksi pintu didapatkan hasil desain yang cukup optimal dari sisi kekuatan maupun sisi finansial. Di dalam Tugas Akhir ini dilakukan analisa desain *graving dock gate* dengan variasi jarak gading serta analisa sisi ekonomisnya sehingga akan mendapatkan *graving dock gate* yang optimum dari sisi kekuatan serta dari sisi finansial (*building cost*). Pada Tugas Akhir ini terdapat empat variasi jarak gading yaitu jarak gading 0.55 m, 0.60 m, 0.65 m dan 0.70 m. Dengan bantuan metode elemen hingga didapatkan pintu dengan jarak gading 0.7 m memiliki tegangan maksimum terendah dan pintu dengan jarak gading 0.55 m memiliki tegangan maksimum paling tinggi. Perhitungan *building cost* yang dilakukan, didapatkan pintu dengan jarak gading 0.65 m memiliki *building cost* yang paling rendah dan jarak gading 0.60 m memiliki *building cost* yang paling tinggi.

Kata kunci : Dock, Graving Dock Gate, Metode Elemen Hingga, Tegangan.

**DESIGN ANALYSIS OF GRAVING DOCK GATE USING FRAME SPACING
VARIATION FOR GRAVING DOCK WITHIN A LENGTH OF 150 M, WIDTH OF 27
M AND HEIGHT OF 8 M**

Name : Kharis Abdullah

NRP : 4111 100 017

Department : Teknik Perkapalan

Supervisor : Ir. Budie Santosa, M.T.

ABSTRACT

***Abstract** - As is known in general, the shipyard has a docking facility as like graving dock / dry dock, where the dock is a large pool by the sea, the civil construction of dock form a concrete walls and floor and also the gate that form of steel construction that direct contact with the sea. The construction of graving dock gate must be able to withstand the load of ocean waves, that it has a different elevation of water surface every moment. By doing variations of the gate construction, can get result an optimal design from the strength and financial. In this final project, analysis graving dock gate with frame spacing and analysis of the economic side that will get optimum graving dock gate from the side of strength and financial (building cost). In this final project have four variation of frame spacing, it is frame spacing within 0.55 m, 0.60 m, 0.65 m and 0.70 m. With the help of the finite element method, obtained gate with 0.7 m of frame spacing has the lowest maximum stress and gate with frame spacing of 0.55 m has the highest maximum stress. Calculation of building cost, has result that the gate with frame spacing of 0.65 m has the lowest cost of building and gate with frame sapcing of 0.60 m has the highest building costs.*

Keywords : Dock, Graving Dock Gate, Finite Element Method, Stress.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr, Wb.

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dan tak lupa shalawat serta salam tetap tercurahkan untuk nabi Muhammad SAW yang senantiasa memberi petunjuk arah jalan kebenaran dan kebaikan.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik oleh penulis tentunya tidak lepas dari dukungan banyak pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Ir. Budie Santosa, M.T. Selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, ilmu, waktu, dan kesabaran dalam mengarahkan dan memberi nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof.Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc., Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan – FTK ITS
3. Bapak Prof.Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D., Selaku dosen wali penulis, atas bimbingannya selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Perkapalan – FTK ITS.
4. Ibu, Ayah, Kakak dan Adik yang telah memberikan dukungan, kasih sayang dan doa.
5. Hariyono A.Md. yang telah bersedia membimbing, memberikan arahan kepada penulis, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Ian Bimatara A.Md yang tidak henti-hentinya memberi dukungan.
7. Semua Dosen dan Staff Karyawan Tata Usaha Jurusan Teknik Perkapalan – FTK ITS.
8. Keluarga Keputih Galaxy, Desa Semampir dan Daerah Surabaya Tengah.
9. Saudara-saudari P-51 (CENTERLINE) dan segenap keluarga besar Warga HIMATEKPAL.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah S.W.T. Maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Wassalamualaikum, Wr. Wb.

Surabaya, 7 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR REVISI	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
1.6. Sistematika Laporan	2
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. <i>Graving Dock</i>	5
2.1.1 Tipe <i>Graving Dock</i>	6
2.1.2 Jenis-Jenis Pintu Dock	8
2.2. Struktur	11
2.2.1. Tegangan dan Regangan	12

2.2.2.	Elastisitas Linier, Hukum <i>Hooke</i> dan Rasio <i>Poisson</i>	13
2.2.3.	Tegangan <i>Principal</i> dan Tegangan <i>Von mises (Equivalent Stress)</i>	13
2.3.	Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>)	16
2.3.1.	Langkah Umum Metode Elemen Hingga	18
2.3.2.	Tipe Elemen	20
2.3.3.	Kondisi Batas	25
2.3.4.	Konvergensi	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1.	Diagram Alir	29
3.2.	Pembuatan Desain Awal	30
3.3.	Perhitungan Konstruksi.....	30
3.4.	Perhitungan Stabilitas	31
3.5.	Perhitungan Tekanan Hidrostatik	34
3.6.	Pemodelan pada <i>Ansys Mechanical APDL</i>	35
3.6.1.	Pemilihan Tipe Analisa.....	35
3.6.2.	Pemilihan Tipe Elemen	36
3.6.3.	Penentuan Material Properties	39
3.6.4.	Penentuan Ukuran <i>Section</i> (profil dan pelat)	40
3.6.5.	Modeling	40
3.6.6.	<i>Meshing</i>	42
3.6.7.	Penentuan Kondisi Batas	44
3.6.8.	Input Beban	46
3.6.9.	<i>Running</i>	48
3.6.10.	Pembacaan Hasil	50
3.7.	Perhitungan <i>Building Cost</i>	52
BAB IV ANALISA HASIL		53

4.1.	Pembuatan Desain Awal.....	53
4.2.	Perhitungan Konstruksi.....	54
4.2.1	Tebal Pelat.....	54
4.2.2	Ukuran Profil.....	55
4.2.3	<i>Construction Profile</i>	57
4.2.4	Berat dan Titik Berat.....	58
4.3.	Perhitungan Stabilitas	58
4.4.	Perhitungan Tekanan Hidrostatik	60
4.5.	Konvergensi	60
4.6.	Perbandingan Hasil Tegangan	63
4.7.	Perbandingan <i>Building Cost</i>	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		67
5.1.	Kesimpulan.....	67
5.2.	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN.....		71

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tekanan hidrostatik konstruksi sisi kanan/depan/belakang.....	47
Tabel 3. 2 Tekanan hidrostatik konstruksi sisi kiri	47
Tabel 4. 1 Tebal pelat jarak gading 0.55 m.....	54
Tabel 4. 2 Tebal pelat jarak gading 0.60 m.....	54
Tabel 4. 3 Tebal pelat jarak gading 0.65 m.....	55
Tabel 4. 4 Tebal pelat jarak gading 0.70 m.....	55
Tabel 4. 5 Profil untuk jarak gading 0.55 m	55
Tabel 4. 6 Profil untuk jarak gading 0.60 m	56
Tabel 4. 7 Profil untuk jarak gading 0.65 m	56
Tabel 4. 8 Profil untuk jarak gading 0.70 m	57
Tabel 4. 9 Rangkuman berat dan titik berat	58
Tabel 4. 10 Rangkuman nilai GM tanpa beban pekerja.....	59
Tabel 4. 11 Nilai GM dan kemiringan pada konstruksi jarak gading 0.55 m.....	59
Tabel 4. 12 Nilai GM dan kemiringan pada konstruksi jarak gading 0.60 m.....	59
Tabel 4. 13 Nilai GM dan kemiringan pada konstruksi jarak gading 0.65 m.....	59
Tabel 4. 14 Nilai GM dan kemiringan pada konstruksi jarak gading 0.70 m.....	60
Tabel 4. 15 Ukuran mesh, jumlah elemen dan tegangan von mises	62
Tabel 4. 16 Hasil tegangan von mises.....	65
Tabel 4. 17 Tabel angka keamanan.....	65
Tabel 4. 18 <i>Building Cost</i>	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Graving Dock</i>	5
Gambar 2. 2 <i>Cross Section Graving Dock</i>	5
Gambar 2. 3 <i>Longitudinal Section Graving Dock</i>	6
Gambar 2. 4 <i>Full Hydrostatic Dock</i>	7
Gambar 2. 5 <i>Fully Relieved Dock</i>	7
Gambar 2. 6 <i>Partially Relieved Dock</i>	8
Gambar 2. 7 <i>Mitre Gates</i>	9
Gambar 2. 8 <i>Flap Gates</i>	10
Gambar 2. 9 <i>Caisson Gates</i>	11
Gambar 2. 10 Diagram regangan dan tegangan	12
Gambar 2. 11 Teori <i>principal stress</i> tiga dimensi	15
Gambar 2. 12 Kriteria <i>Von Mises</i> dengan 6 komponen tegangan	15
Gambar 2. 13 Elemen garis dua node dan tiga node	18
Gambar 2. 14 Elemen dua dimensi dengan node di ujung	18
Gambar 2. 15 Elemen tiga dimensi	18
Gambar 2. 16 Elemen pegas linier	21
Gambar 2. 17 Elemen batang (<i>truss</i>)	22
Gambar 2. 18 Elemen balok (<i>beam element</i>)	22
Gambar 2. 19 Pelat didiskritisasi menggunakan elemen segitiga	23
Gambar 2. 20 Elemen segitiga (<i>triangular</i>) dengan 3 <i>nodals</i>	23
Gambar 2. 21 Elemen segitiga dengan 6 <i>nodals</i>	24
Gambar 2. 22 <i>Basic rectangular</i> elemen pelat dengan 4 <i>nodals</i> derajat kebebasan	25
Gambar 2. 23 Simbol tumpuan jepit (<i>fix</i>)	25
Gambar 2. 24 Simbol tumpuan <i>roll</i>	25

Gambar 2. 25 Simbol tumpuan sendi/engsel.....	26
Gambar 2. 26 Pemodelan simetri.....	26
Gambar 2. 27 Perbandingan solusi eksak dengan elemen hingga	27
Gambar 2. 28 Contoh konvergensi hasil <i>displacement</i>	28
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	30
Gambar 3. 2 Kondisi <i>initial stability</i>	32
Gambar 3. 3 Kondisi saat pintu beroperasi	33
Gambar 3. 4 List pada suatu benda terapung	33
Gambar 3. 5 Tekanan hidrostatik pada bangun sederhana.....	35
Gambar 3. 6 Pemilihan tipe analisa pada <i>Ansys Mechanical APDL</i>	36
Gambar 3. 7 Pemilihan <i>units</i>	36
Gambar 3. 8 Pemilihan elemen <i>Beam</i>	37
Gambar 3. 9 Pemilihan elemen <i>Shell</i>	37
Gambar 3. 10 Geometri <i>element beam189</i>	38
Gambar 3. 11 Geometri <i>element shell 181</i>	39
Gambar 3. 12 <i>Input material properties</i> pada <i>Ansys Mechanical APDL</i>	39
Gambar 3. 13 Pendefinisian penampang profil untuk <i>beam</i>	40
Gambar 3. 14 Input tebal pelat.....	40
Gambar 3. 15 Input <i>Keypoint</i>	41
Gambar 3. 16 Pembuatan model garis pada <i>Ansys</i>	41
Gambar 3. 17 Tampilan model dalam bentuk plot <i>lines</i>	42
Gambar 3. 18 Plot area model pintu	42
Gambar 3. 19 Input ukuran mesh.....	43
Gambar 3. 20 Model yang telah dilakukan <i>meshing</i>	44
Gambar 3. 21 Kondisi batas	44
Gambar 3. 22 Pemilihan kondisi batas pada <i>Ansys Mechanical</i>	45

Gambar 3. 23 Model yang telah diberi kondisi batas	45
Gambar 3. 24 Beban saat kondisi operasi	46
Gambar 3. 25 Pemberian beban	48
Gambar 3. 26 Tampilan penerapan kondisi batas dan beban pada model	48
Gambar 3. 27 Tampilan <i>running</i> sedang berlangsung	49
Gambar 3. 28 Tampilan <i>running</i> sudah selesai dan berhasil	49
Gambar 3. 29 Pemilihan <i>contour plot</i> hasil perhitungan	50
Gambar 3. 30 Tampilan <i>plot result</i>	51
Gambar 3. 31 Tampilan <i>list result</i>	51
Gambar 4. 1 Rencana Umum.....	53
Gambar 4. 2 Gambar pintu tiga dimensi	54
Gambar 4. 3 Hasil <i>construction profile</i>	58
Gambar 4. 4 Contoh perbedaan geometri mesh ukuran 0,2 (kiri) dan 0,16 (kanan).....	61
Gambar 4. 5 Plot hasil running pada ansys.....	63
Gambar 4. 6 Letak tegangan terbesar.....	64
Gambar 4. 7 Letak tegangan yang diperbesar.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seperti diketahui secara umum galangan di negara Indonesia menggunakan tipe dock kolam (*graving dock/dry dock*), dimana *graving dock* ini berupa fasilitas docking kapal berupa kolam besar berada di pinggir laut, dimana konstruksi sipilnya terdiri dari dinding beton dan lantai beton dengan penumpu tiang pancang di bawah lantai beton. Dan pintu (*gate*) berupa konstruksi baja dan kontak langsung dengan laut atau samudera. Konstruksi yang digunakan harus mampu menahan beban dari gelombang laut yang setiap saat berbeda besarnya.

Di dalam membangun sebuah konstruksi diperlukan serangkaian proses analisa, baik dari segi estetika, kekuatan maupun secara finansial. Begitu juga di dalam membangun sebuah *graving dock gate*, di dalam mendesain *graving dock gate* harus memperhatikan kekuatan, karena pintu ini berhubungan langsung dengan laut yang mana pintu ini akan mendapatkan beban dinamis akibat pengaruh gelombang laut. Desain yang optimal dapat menghasilkan konstruksi yang kuat dan juga dapat menghemat pengeluaran finansial. Di dalam tugas akhir ini akan dilakukan analisa desain *graving dock gate* dengan variasi jarak gading serta analisa sisi ekonomisnya sehingga akan mendapatkan *graving dock gate* yang optimum dari sisi kekuatan serta dari sisi finansial (*building cost*).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimanakah bentuk desain awal daripada *graving dock gate*?
2. Bagaimana pengaruh jarak gading terhadap kekuatan *graving dock gate*?
3. Bagaimana analisis kelayakan ekonomi (*building cost*) ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Desain awal dari *graving dock gate* meliputi ukuran utama, rencana umum.
2. *Graving dock gate* menggunakan bahan dari baja.
3. Perhitungan desain konstruksi menggunakan *Biro Klasifikasi Indonesia Rules for Hull Volume II 2009*.
4. Pemodelan elemen hingga menggunakan *software ANSYS Mechanical APDL*.
5. Pelat diasumsikan tidak memiliki las-lasan.
6. Perhitungan kekuatan hanya menghitung tegangan maksimum yang terjadi.
7. Analisa kelayakan ekonomis hanya menghitung *building cost*.

1.4. Tujuan

Tujuan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan bentuk desain awal dari *graving dock gate*.
2. Menentukan pengaruh jarak gading terhadap kekuatan *graving dock gate*.
3. Menentukan berapa besarnya *building cost*.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat bagi penulis dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan di bidang perkapalan.
2. Berguna untuk memperkaya ilmu pengetahuan terutama dalam bidang konstruksi kapal.

1.6. Sistematika Laporan

Untuk memperoleh hasil laporan Tugas Akhir yang sistematis dan tidak keluar dari pokok permasalahan yang telah ditentukan, maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian secara umum dan singkat meliputi latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat, tujuan dan sistematika penulisan dari Tugas Akhir yang disusun.

BAB II DASAR TEORI

Berisi tinjauan pustaka, yakni apa saja yang menjadi acuan dari penelitian Tugas Akhir ini. Dasar teori, persamaan-persamaan, *rules* yang digunakan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini diuraikan dalam bab ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menjelaskan bagaimana langkah-langkah pengerjaan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, serta metode-metode yang digunakan. Mulai metode pembuatan rencana umum, perhitungan profil, perhitungan berat konstruksi, perhitungan stabilitas, pembuatan *construction profile*, perhitungan beban, pemodelan struktur hingga memperoleh hasil tegangan, dan perhitungan *building cost*.

BAB IV ANALISA HASIL

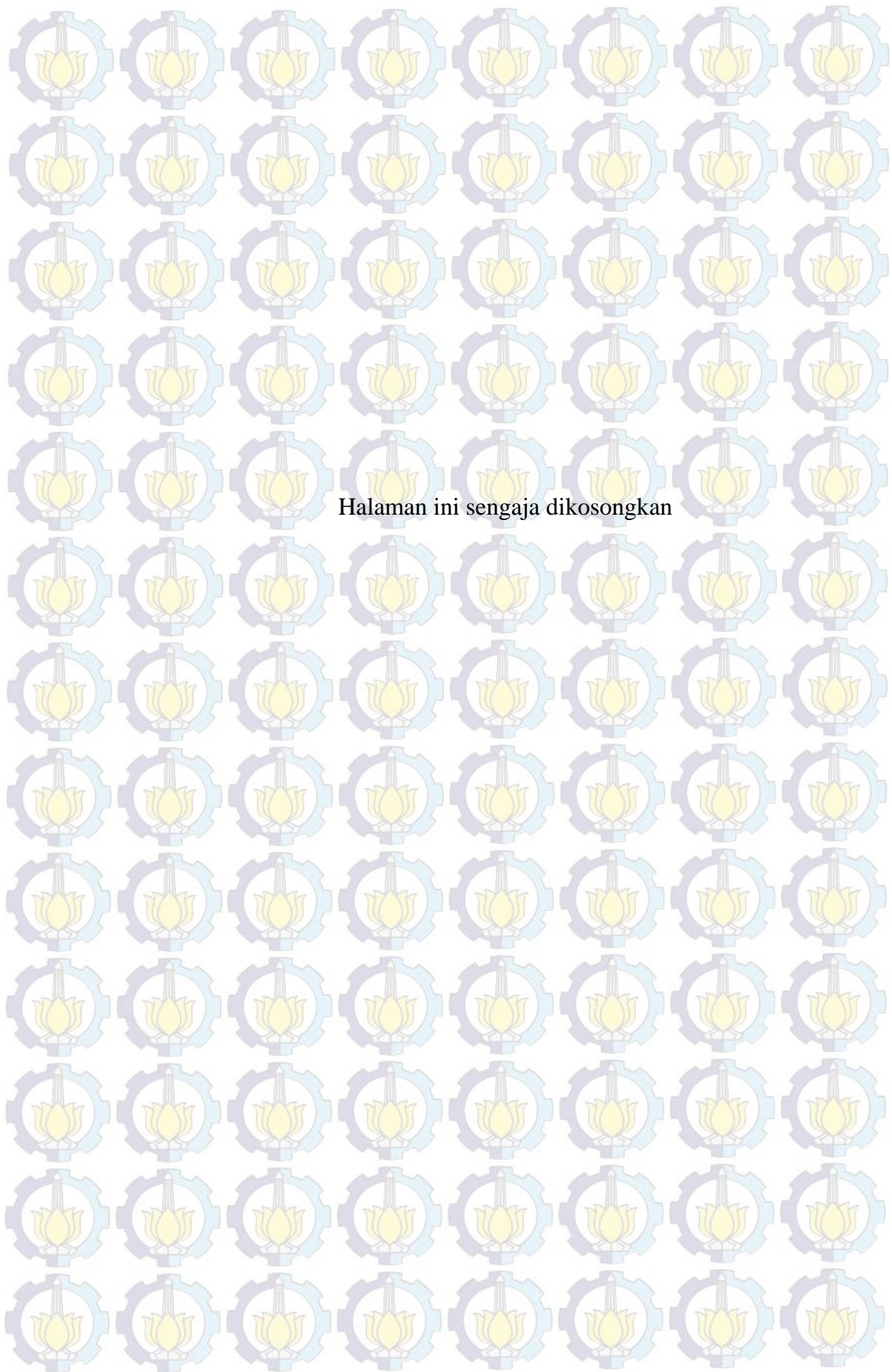
Membahas tentang tahapan analisa perbandingan hasil daripada perhitungan kekuatan yang memiliki variasi jarak gading serta *building cost*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan tentang kesimpulan penting yang diperoleh dari hasil analisa perbandingan kekuatan yang dipengaruhi oleh jarak gading, serta hasil akhir perhitungan *building cost*. Selain itu saran juga diperlukan dalam bab ini, dengan tujuan sebagai masukan-masukan pada penelitian-penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

DASAR TEORI

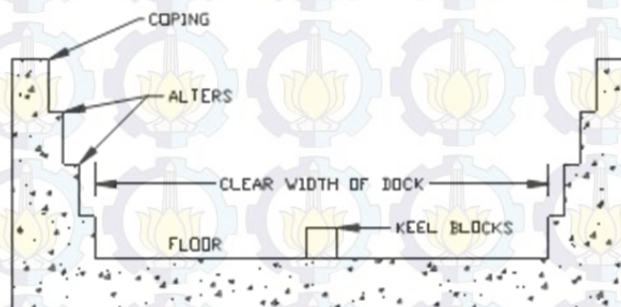
2.1. *Graving Dock*

Graving dock atau biasa disebut dock kolam, biasanya berukuran besar, dimana dibangun bersebelahan dengan air, dipisahkan dari air dengan sebuah pintu dock. *Graving dock* mampu menampung kapal untuk docking dengan kapasitas lebih dari 200.000 ton. Struktur dasar dari *graving dock* adalah lantai, dinding samping, dinding depan dan sebuah pintu dock. Gambar *graving dock* secara umum dapat dilihat di bawah ini,



Gambar 2. 1 *Graving Dock*

Untuk penampang melintang *graving dock* secara umum dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 2. 2 *Cross Section Graving Dock*

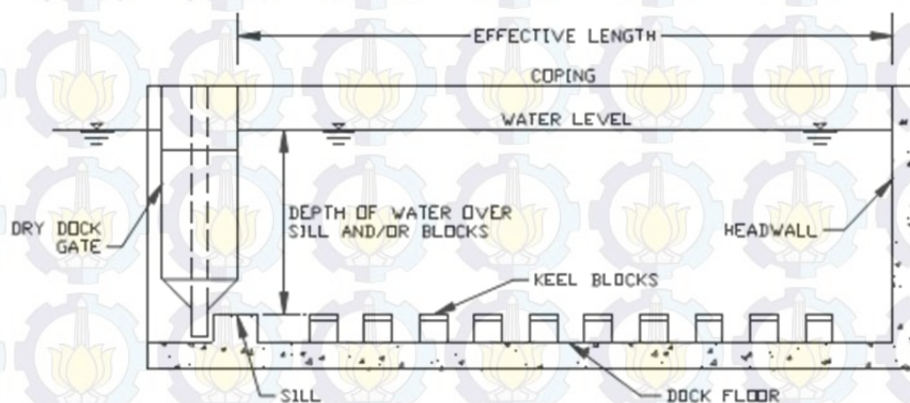
Keuntungan *graving dock* :

1. Struktur dasar yang dapat bertahan lama.
2. Biaya perawatan yang rendah.
3. Tidak ada batas pada ukuran kolam dock.
4. Tidak ada yang perlu dikhawatirkan terhadap stabilitas kapal, rencana pompa atau defleksi daripada dock ketika kapal melakukan proses docking.

Kerugian *graving dock* :

1. Biaya konstruksi awal yang besar.
2. Kolam adalah struktur yang tetap, tidak dapat dipindah. Itu menyebabkan sulit untuk dijual kembali.
3. Perpindahan orang dan material sulit karena lantai yang cukup dalam.
4. Ventilasi dan pencahayaan tidak bagus karena seseorang harus bekerja pada sebuah “lubang”.
5. Sangat sulit untuk memperbesar ukuran kolam dock.
6. Perpindahan tidak mungkin dilakukan dari kolam dock.
7. Biasanya lebih lambat untuk dioperasikan.

Secara umum *longitudinal section graving dock* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



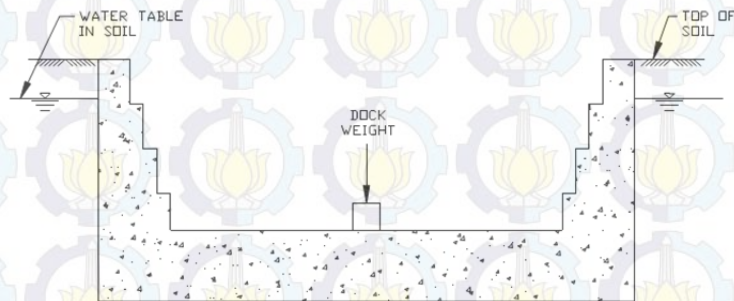
Gambar 2. 3 *Longitudinal Section Graving Dock*

2.1.1 Tipe *Graving Dock*

Ada tiga jenis atau tipe dari *graving dock* yaitu :

1. *Full Hydrostatic Dock*

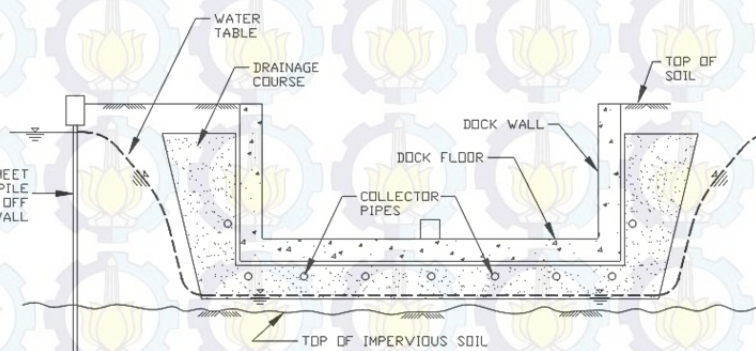
Full Hydrostatic Dock menggunakan menggunakan beratnya sendiri atau sebuah sistem yang ditambahkan untuk mencegah tekanan hidrostatik pada sarat air maksimum. Gambar di bawah ini menunjukkan dock jenis *full hydrostatic dock*.



Gambar 2. 4 *Full Hydrostatic Dock*

2. *Fully Relieved Dock*

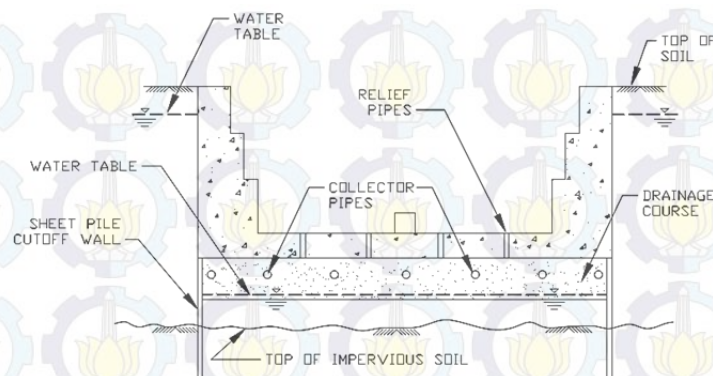
Fully Relieved Dock membutuhkan sistem drainase untuk menghilangkan air dari sekeliling dock akibat air yang meresap melalui tanah. Ini diperlukan untuk mencegah tekanan terhadap dinding dan lantai. Untuk mencegah tekanan terhadap dinding dan lantai dibangun sebuah struktur ringan, yang merupakan hasil dari penghematan pada biaya pembangunan konstruksi awal. Secara umum desain *fully relieved dock* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 5 *Fully Relieved Dock*

3. *Partially Relieved Dock*

Partially Relieved Dock merupakan dock yang mana lantainya terbebas dari tekanan hidrostatik. Dindingnya didesain mendapat tekanan hidrostatik penuh. Pada gambar di bawah ini menunjukkan desain *partially relieved dock*.



Gambar 2. 6 *Partially Relieved Dock*

Semua dock kolam memiliki sebuah pintu masuk dan keluar, yang menjaga air tetap di luar ketika kapal masuk dan keluar dalam proses docking dan undocking.

Syarat-syarat dasar dari pintu masuk dan keluar :

1. Mudah dan cepat dalam pemasangan dan pelepasan.
2. Kedap air.
3. Perawatan yang rendah.
4. Kemudahan dalam perpindahan.
5. Biaya

2.1.2 Jenis-Jenis Pintu Dock

Banyak macam-macam tipe pintu pada *graving dock*, masing-masing memiliki keuntungan dan kerugian. Diantaranya yaitu :

1. *Mitre Gates*

Memiliki sepasang daun pintu yang terpasang pada dinding dock. Pintu mengayun terbuka dengan arah horizontal. Sisi dan alas tepat duduk di dinding dan lantai ketika tertutup.

Keuntungan :

- Operasi yang cepat.

Kerugian :

- Membuat beban yang berat terhadap lantai.
- Mekanisme operasi sangat mahal dan biaya perawatan yang mahal.
- Perbaikan pintu harus dilakukan dengan melepasnya.

Secara umum pintu jenis mitre dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 7 *Mitre Gates*

(<http://kolkata.all.biz/mitre-gates-g128609#.VUO1IUeUctE>)

2. *Flap Gates*

Terdiri dari sepasang pintu yang rigid, berengsel di bagian bawah yang dapat berayun ke bawah dan ke luar.

Keuntungan :

- Operasi yang cepat.

Kerugian :

- Membuat beban yang berat terhadap lantai.
- Mekanisme operasi sangat mahal dan biaya perawatan yang mahal.
- Perbaikan pintu harus dilakukan dengan melepasnya.
- Ceruk harus dibangun ke dinding untuk menjaga jarak.

Adapun bentuk *flap gates* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 8 *Flap Gates*

(<http://www.maritime-rh.com/flap-gates.html>)

3. *Sliding or Rolling Caissons*

Dibangun dengan bentuk kotak, dimana permukaan geser atau menggulung berada di bagian dasar. Pintu digeser atau digulung ke dalam sebuah ceruk yang dibangun di sisi dock.

Keuntungan :

- Operasi yang cepat.

Kerugian :

- Membuat beban yang berat terhadap lantai.
- Mekanisme operasi sangat mahal dan biaya perawatan yang mahal.
- Perbaikan pintu harus dilakukan dengan melepasnya.
- Ceruk harus dibangun ke dinding.

4. *Floating Caisson Gate*

Gate ini merupakan jenis yang paling umum dari berbagai jenis *gate* yang ada. Pintu ini berbentuk kotak yang kesap terhadap air dengan sistem *flooding* dan *dewatering*. Setelah mengisi dock dengan air, air yang ada di dalam pintu dikeluarkan agar pintu dapat naik ke atas. Dan kemudian dapat ditarik ke luar. Untuk mendudukkan pintu, pintu ditarik kembali ke posisi dan air dimasukkan ke dalam pintu, sehingga pintu tenggelam. Karena pintus adalah sebuah benda yang mengapung, stabilitas harus memadai selama fase menaikkan dan menurunkan.

Keuntungan :

- Biaya murah.

- Dapat ditambakan di tempat lain.
- Dapat digunakan lebih dari satu dock.
- Dapat dibalik, sisi yang rusak dapat diperbaiki di tempat.

Kerugian :

- Operasi yang lambat.
- Membutuhkan tenaga lebih untuk mengoperasikan.

Bentuk pintu jenis *caisson gates* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 9 Caisson Gates

(http://www.kgal.co.uk/res/c2ag_574x459_3_milford%20haven.jpg)

2.2. Struktur

Definisi struktur dalam konteks hubungannya dengan bangunan adalah sebagai sarana untuk menyalurkan beban dan akibat penggunaannya dan atau kehadiran bangunan ke dalam tanah (Schodek, 1998).

Merancang struktur adalah tindakan menempatkan unsur-unsur pokok dan merumuskan hubungan-hubungan timbal baliknya dengan tujuan menanamkan karakter yang diinginkan pada entitas struktur sebagai resultanya. Gagasan bahwa unsur-unsur itu ditempatkan dan hubungan itu berkaitan erat dengan setiap unsur-unsur, merupakan konsep dasar merancang struktur (Schodek, 1998).

Membuat struktur sangatlah penting diawali dengan merancang atau mendesain struktur itu sendiri. Kegiatan mendesain ini meliputi perhitungan-perhitungan matematika fisika yang diaplikasikan bahwa struktur mampu menahan beban-beban yang telah diasumsikan terlebih dahulu. Desain dari suatu struktur dapat berbeda-beda, bergantung pada selera atau pengalaman desainer. Nilai keindahan dapat juga diterapkan pada suatu struktur.

2.2.1. Tegangan dan Regangan

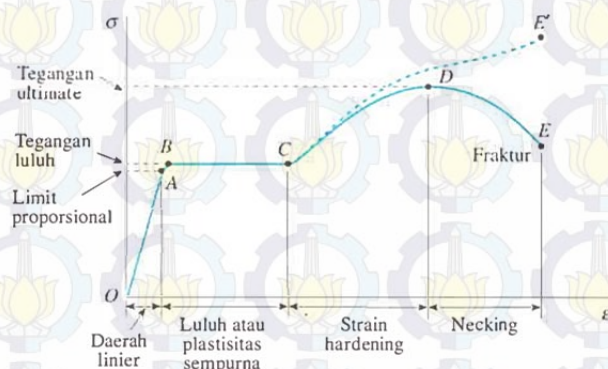
Konsep paling dasar dalam mekanika bahan adalah tegangan normal dan regangan normal. Konsep ini dapat diilustrasikan dalam bentuk yang paling mendasar dengan meninjau sebuah batang prismatis yang mengalami gaya aksial. Dengan mengasumsikan bahwa tegangan terbagi rata di seluruh potongan melintang, dapat dilihat bahwa *resultan* sama dengan intensitas tegangan σ dikalikan dengan luas penampang A dari batang tersebut.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.2.1)$$

Sedangkan regangan adalah perubahan panjang suatu batang jika mengalami beban tarik aksial atau tekan aksial. Jika batang tersebut mengalami beban tarik, maka regangannya disebut regangan tarik. Jika batang tersebut mengalami beban tekan, maka dinamakan regangan tekan. Persamaan regangan dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \dots \dots \dots (2.2.2)$$

Untuk mengetahui kekuatan suatu material, dilakukanlah pengujian tarik dengan spesimen dari material yang akan diuji. Sehingga didapatkan hubungan tegangan dan regangan seperti grafik dibawah ini :



Gambar 2. 10 Diagram regangan dan tegangan

2.2.2. Elastisitas Linier, Hukum Hooke dan Rasio Poisson

Banyak bahan struktural, termasuk bahan metal, kayu, plastik dan keramik, berperilaku elastis dan linier ketika dibebani pertama kali. Akibatnya, kurva tegangan-regangan dimulai dengan garis lurus yang melewati titik asalnya dan mempunyai slope tertentu. Apabila suatu bahan berperilaku elastis dan juga mempunyai hubungan linier antara tegangan dan regangan, bahan ini disebut elastis linier. Perilaku ini sangat penting di dalam rekayasa konstruksi dengan mendesain struktur agar bertahan pada daerah ini, untuk menghindari deformasi permanen akibat luluh (Gere dan Timoshenko, 1997).

Hubungan linier antara tegangan dan regangan dinyatakan dalam persamaan yang dikenal dengan hukum *Hooke*, yaitu :

$$\sigma = E\varepsilon \dots\dots\dots (2.2.3)$$

E adalah konstanta proporsionalitas yang dikenal dengan modulus elastisitas atau *modulus young*. Modulus elastisitas adalah kemiringan kurva tegangan-regangan di dalam daerah elastisitas linier. Modulus elastisitas mempunyai harga yang relatif besar untuk bahan yang sangat kaku. Baja mempunyai modulus elastisitas sekitar 210 Gpa.

Rasio regangan lateral ε' terhadap regangan aksial ε dikenal dengan rasio poisson dan diberi notasi huruf ν , dengan rumus seperti di bawah ini :

$$\nu = \frac{\text{lateral strain}}{\text{axial strain}} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \dots\dots\dots (2.2.4)$$

Bahan yang mempunyai besaran yang sama dalam semua arah (aksial, lateral, dan di antaranya) disebut *isotropik*. Jika besarnya berbeda pada berbagai arah, maka bahan tersebut disebut *anisotropik* (atau *aelotropik*). Plastik yang diperkuat dengan serat dan beton bertulang dengan batang tulangan baja adalah bahan komposit yang memperlihatkan jenis ketiga, yaitu *ortotropik*.

2.2.3. Tegangan Principal dan Tegangan Von mises (Equivalent Stress)

Ketika struktur dikenakan beban yang terus meningkat dan akhirnya gagal. Hal ini relatif mudah untuk menentukan titik kegagalan suatu struktur untuk kekuatan tarik tunggal. Data-data kekuatan material dapat menjadi acuan pengidentifikasi kekuatan ini. Namun ketika struktur dibebani dengan sejumlah beban dalam arah yang berbeda, beberapa di antaranya

tarik dan beberapa di antaranya geser, maka penentuan titik kegagalan lebih rumit (Roymech, 2011).

Logam dapat secara luas dipisahkan menjadi logam *Ductile* dan logam *Brittle*. Contoh logam *ductile* termasuk *mild steel*, tembaga dll. Besi cor adalah logam *brittle*. Logam *ductile* dengan tingkat *stress* yang tinggi akan mengalami deformasi plastis pada titik yield tertentu atau yield bertahap yang lebih lama dan kemudian gagal. Sedangkan logam *brittle* mengalami sedikit perpanjangan plastis sebelum terjadinya kegagalan dan kegagalannyapun umumnya terjadi tiba-tiba.

Teori *principal stress* maksimum adalah teori yang dikembangkan oleh Rankine. Teori ini digunakan untuk koreksi pendekatan perhitungan tegangan kegagalan untuk besi cor dan material *brittle* lainnya. Menurut teori ini kegagalan akan terjadi ketika *principal stress* maksimum dalam suatu sistem mencapai nilai kekuatan maksimum pada batas elastis dalam tegangan sederhana material tersebut. Untuk kasus stres dua dimensi dan tiga dimensi menurut *en.wikiversity.org* (2014) diperoleh dari rumus di bawah ini.

Untuk dua dimensi :

Persamaan tegangan principal 1st untuk 2 dimensi

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_{11} + \sigma_{22}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{11} - \sigma_{22}}{2}\right)^2 + \sigma_{12}^2} \dots\dots\dots (2.2.5)$$

Persamaan tegangan principal 2nd untuk 2 dimensi

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_{11} + \sigma_{22}}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_{11} - \sigma_{22}}{2}\right)^2 + \sigma_{12}^2} \dots\dots\dots (2.2.6)$$

dan untuk tiga dimensi:

Persamaan tegangan principal 1st untuk 3 dimensi

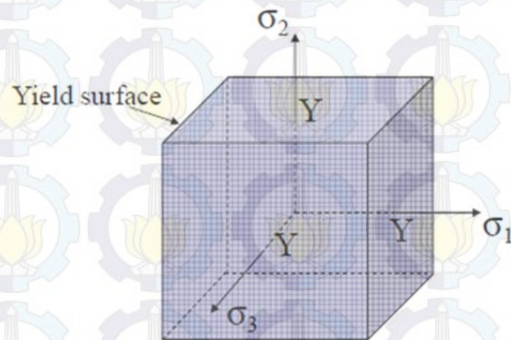
$$\sigma_1 = \frac{I_1}{3} + \frac{2}{3} \left(\sqrt{I_1^2 - 3I_2} \right) \cos \phi \dots\dots\dots (2.2.7)$$

Persamaan tegangan principal 2nd untuk 3 dimensi

$$\sigma_2 = \frac{I_1}{3} + \frac{2}{3} \left(\sqrt{I_1^2 - 3I_2} \right) \cos \left(\phi + \frac{2\pi}{3} \right)$$

Persamaan tegangan principal 3rd untuk 3 dimensi

$$\sigma_1 = \frac{I_1}{3} + \frac{2}{3} \left(\sqrt{I_1^2 - 3I_2} \right) \cos \left(\theta + \frac{4\pi}{3} \right)$$

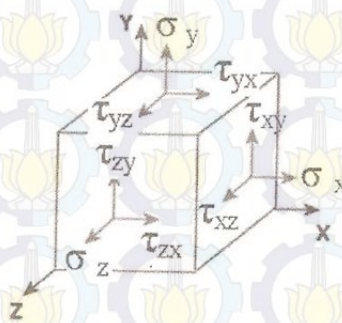


Gambar 2. 11 Teori *principal stress* tiga dimensi

The Von Mises Kriteria, juga dikenal sebagai kriteria maksimum energi distorsi, teori tegangan geser oktahedral, atau teori *Maxwell-Huber-Hencky-von Mises*, sering digunakan untuk memperkirakan titik kegagalan untuk material *ductile*. Kriteria *von Mises* menyatakan bahwa kegagalan terjadi ketika energi distorsi atau tegangan mencapai nilai yang sama untuk hasil / kegagalan dalam uji kegagalan material pada beban aksial sederhana (eFunda, 2015).

Energi regangan adalah energi yang tersimpan dalam material akibat deformasi elastis. Energi regangan mirip dengan energi yang tersimpan dalam pegas. Energi regangan dipandang dari dua jenis: hasil satu bagian dari perubahan dimensi yang saling tegak lurus dalam suatu volume, dengan tidak ada perubahan perubahan sudut lain yang muncul dari distorsi sudut tanpa perubahan volume. Yang terakhir disebut sebagai energi regangan geser, yang telah terbukti menjadi penyebab utama kegagalan elastis (Roymech, 2011).

Von Mises stress, juga dikenal sebagai *Huber stress*, adalah kriteria yang memperhitungkan enam komponen tegangan yang digambarkan tiga dimensi seperti gambar di bawah ini (Kurowsk 2012).



Gambar 2. 12 Kriteria *Von Mises* dengan 6 komponen tegangan

Von Mises stress σ_{vm} , dengan enam komponen tegangannya dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma_{vm} = \sqrt{0.5 [(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2] + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} \dots\dots (2.2.8)$$

2.3. Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*)

Finite Element Method adalah metode numerik untuk menyelesaikan masalah teknik (*engineering*) dan matematik fisik. Cakupan penyelesaian dari kedua masalah ini berupa analisis struktur, transfer panas, aliran fluida, transportasi massa dan potensial elektromagnetik. Sebagaimana sebutan elemen hingga, analisis metode elemen hingga didasarkan pada representasi badan atau sistem struktur yang dirakit dari elemen – elemen badan/sistem. Elemen – elemen ini membentuk sistem jaringan elemen melalui hubungan/sambungan di titik-titik nodal elemen. Umumnya fungsi perpindahan yang ditetapkan bagi pendekatan variasi perpindahan di setiap elemen adalah fungsi polinomial. Persamaan kesetimbangan bagi elemen didapat dari prinsip energi potensial minimum.

Persamaan ini diformulasikan bagi sistem atau badan keseluruhannya dengan perakitan persamaan elemen-elemen dalam sistem koordinat struktur, sedemikian rupa sehingga terpenuhi kontinuitas perpindahan di titik-titik nodal. Dari syarat – syarat batas sistem struktur/badan yang harus terpenuhi, maka diperoleh perpindahan yang terjadi di titik-titik nodal elemen.

Finite element method dapat digunakan untuk menganalisa masalah stuktural dan non-struktural. Untuk area struktur antara lain :

1. *Stress analysis*, termasuk analisa regangan dan frame, dan konsentrasi tegangan yang berhubungan dengan perubahan bentuk pada sebuah *body*.
2. *Buckling*.
3. Analisa getaran.

Non-struktural termasuk :

1. Perpindahan panas.
2. Aliran fluida.
3. Distribusi magnetik dan elektrik.

Keuntungan dari penggunaan *finite element method* adalah :

1. Bentuk irregular dapat dengan mudah dibuat.
2. Mudah didalam penangan kondisi beban secara umum.
3. Model dapat disusun dengan material yang berbeda, karena persamaan element dievaluasi secara individu.
4. Dapat dengan mudah dianalisa pada berbagai macam kondisi dan jumlah batasan.
5. Bervariasinya ukuran elemen dapat dimungkinkan untuk menggunakan element yang kecil.
6. Untuk mengubah model pada elemen hingga dapat dilakukan dengan mudah dan murah.
7. Termasuk efek dinamika.
8. Dapat dengan mudah menganalisa pada deformasi yang besar dan nonlinier material.

Di dalam analisis elemen hingga, elemen yang digunakan dalam analisis struktur ditetapkan dari tanggap sistem struktur terhadap beban luar. Langkah-langkah bagi formulasi dan solusi metode elemen hingga dipahami secara khusus membahas tipe elemen-elemen sistem struktur, seperti elemen batang aksial, elemen balok, elemen tegangan bidang, dan lain-lain.

Terdapat dua pendekatan umum dalam metode elemen hingga menurut Tawekal (2010), yaitu :

1. Metode fleksibilitas. Gaya dalam pada struktur digunakan sebagai variabel yang harus dicari (*unknown*) dalam metode ini. Persamaan keseimbangan digunakan untuk mendapatkan persamaan pengatur (*governing equation*). Kemudian, persamaan lainnya didapat dengan memberikan syarat kompatibilitas (*compatibility equations*).
2. Metode Kekakuan/Perpindahan (*Displacement/Stiffness Method*). Perpindahan titik simpul (nodes) digunakan sebagai variabel yang harus dicari (*unknowns*) dalam metode ini. Syarat kompatibilitas mengharuskan elemen yang berhubungan (*connected*) akan tetap berhubungan setelah mengalami deformasi.

Untuk kebutuhan komputasi, metode kekakuan lebih menguntungkan karena formulasi untuk masalah struktur lebih sederhana dari pada metode fleksibilitas.

2.3.1. Langkah Umum Metode Elemen Hingga

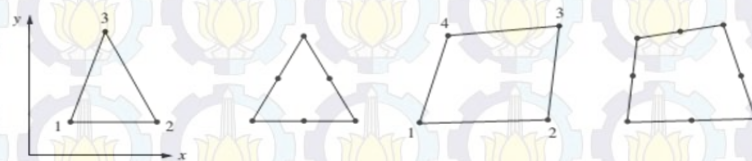
Menurut Tawekal (2010), berdasarkan metode kekakuan, langkah umum Metode Elemen Hingga bisa diuraikan dalam 8 langkah (*step*).

1. Pembagian dan Pemilihan Jenis Elemen.

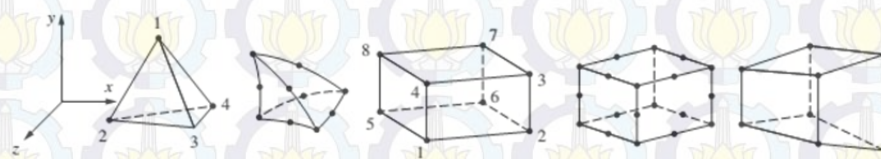
Benda atau struktur dibagi menjadi suatu sistem elemen-elemen hingga. Penentuan jenis elemen dilakukan agar model mewakili sifat benda yang sebenarnya. Pemilihan jumlah, variasi ukuran, dan jenis elemen membutuhkan “*engineering judgement*”. Elemen bar atau truss (batang) dan beam adalah jenis elemen garis. Elemen 2 dimensi yang paling sederhana adalah elemen segitiga (*triangular*) dan elemen segi empat (*quadrilateral*), serta elemen 3 dimensi yang umum digunakan adalah elemen *tetrahedral* dan elemen *hexahedral*.



Gambar 2. 13 Elemen garis dua node dan tiga node



Gambar 2. 14 Elemen dua dimensi dengan node di ujung



Gambar 2. 15 Elemen tiga dimensi

2. Pemilihan fungsi perpindahan.

Fungsi perpindahan (*displacement function*) dalam elemen ditentukan dengan menggunakan harga atau koordinat titik simpul (*nodal*) elemen.

3. Tentukan hubungan *strain/displacement* dan *stress/displacement*.

Hubungan *strain-displacement* dan *stress-strain* sangat penting dalam penurunan persamaan-persamaan dalam elemen hingga. Untuk kasus deformasi 1-dimensi (misalnya arah sumbu-x) hubungan *strain* (regangan) ϵ_x dengan *displacement* (perpindahan) u dinyatakan dengan:

$$\varepsilon_x = \frac{du}{dx} \dots\dots\dots(2.3.9)$$

Persamaan tersebut berlaku untuk regangan yang relatif kecil.

Hubungan *stresses* (tegangan) σ_x dengan regangan ε_x dinyatakan dalam hukum *stress-strain* yang biasa disebut *constitutive law*. Hubungan tegangan-regangan yang paling sederhana dan sering digunakan adalah hukum Hooke.

4. Penurunan matrik dan persamaan kekakuan elemen.

Pada awalnya, pengembangan matrik kekakuan dan persamaan elemen diturunkan dari konsep koefisien pengaruh kekakuan yang digunakan dalam analisa struktur. Terdapat tiga metode, yaitu metode kesetimbangan (*direct equilibrium method*), metode energi (*work of energi method*) dan *method of weighted residuals*.

Dengan menggunakan metode-metode tersebut, akan menghasilkan persamaan-persamaan menggambarkan sifat/jenis dari elemen. Persamaan-persamaan tersebut biasanya dituliskan dalam bentuk matrik berikut:

$$\begin{Bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_n \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \cdots & k_{1n} \\ k_{21} & \cdots & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ k_{n1} & \cdots & \cdots & k_{nn} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{Bmatrix} \dots\dots\dots(2.3.10)$$

atau dalam bentuk singkat berikut:

$$\{f\} = [k]\{d\} \dots\dots\dots(2.3.11)$$

dimana:

$\{f\}$ = vektor gaya pada titik simpul

$[k]$ = matrik kekakuan elemen

$\{d\}$ = vektor perpindahan titik simpul

5. Penggabungan persamaan elemen untuk mendapatkan persamaan global/total dan penetapan syarat batas.

Setelah persamaan setiap elemen didapat, kemudian digabungkan dengan metode superposisi (disebut “*direct stiffness method*”) berdasarkan kesetimbangan gaya pada titik simpul. Persamaan global dapat dituliskan dalam bentuk matrik berikut:

$$\{F\} = [K]\{d\} \dots\dots\dots(2.3.12)$$

dimana:

$\{F\}$ = vektor gaya global pada titik simpul

$[K]$ = matrik kekakuan global struktur

$\{d\}$ = vektor perpindahan titik simpul = *unknown*

6. Penyelesaian persamaan global.

Dengan menerapkan syarat batas pada persamaan global, didapat sekumpulan persamaan simultan yang dituliskan dalam bentuk matrik (matrik kekakuan elemen global) berikut, :

$$\begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & \cdots & K_{1n} \\ K_{21} & \cdots & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ K_{n1} & \cdots & \cdots & K_{nn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.3.13)$$

Dimana n = jumlah total derajat kebebasan titik simpul struktur

Persamaan di atas dapat diselesaikan dengan metode eliminasi (seperti metode *Gauss*) atau metode iterasi (seperti metode *Gauss-Seidel*) untuk mendapatkan nilai perpindahan titik simpul (*nodals*).

7. Penyelesaian regangan dan tegangan elemen.

Tegangan dan regangan bisa didapat dari persamaan hubungan *stress-strain* dan *strain-displacement*. Persamaan tersebut bisa langsung dimasukkan ke dalam persamaan global, sehingga tegangan elemen bisa langsung didapat.

8. Interpretasi hasil.

Langkah terakhir adalah menginterpretasikan atau menganalisa hasil yang didapat untuk digunakan dalam proses analisa atau perancangan selanjutnya. Penentuan lokasi dimana deformasi dan tegangan besar adalah hal yang penting dalam proses desain tersebut.

2.3.2. Tipe Elemen

Penentuan jenis elemen sangatlah penting, agar model yang dibuat dapat mewakili sifat benda atau struktur yang sebenarnya. Elemen bar atau truss (batang) dan beam adalah jenis elemen garis. Elemen 2 dimensi yang paling sederhana adalah elemen segitiga (*triangular*) dan elemen segi empat (*quadrilateral*), serta elemen 3 dimensi yang umum digunakan adalah elemen *tetrahedral* dan elemen *hexahedral*. Berikut penjelasan singkat mengenai beberapa macam elemen:

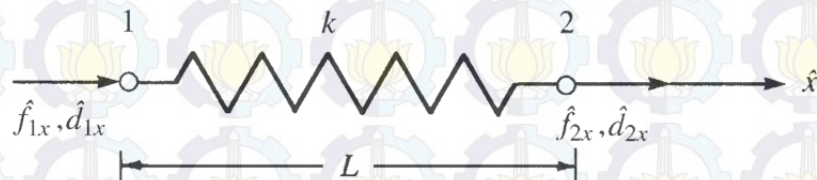
1. Elemen pegas (*spring element*)

Matrik kekakuan dalam elemen pegas adalah \underline{k} yang memenuhi persamaan :

$$f = \underline{k} \cdot \underline{d} \dots\dots\dots (2.3.14)$$

dimana \underline{k} menghubungkan perpindahan titik simpul \underline{d} dalam koordinat lokal elemen (x,y,z) dengan gaya lokal \underline{f} pada satuan elemen. Sehingga, persamaan satu elemen menjadi:

$$\begin{Bmatrix} f_{1x} \\ f_{2x} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_{1x} \\ d_{2x} \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (2.3.15)$$



Gambar 2. 16 Elemen pegas linier

2. Elemen batang (*bar/truss element*)

Penurunan matrik kekakuan elemen batang dilakukan dengan asumsi berikut:

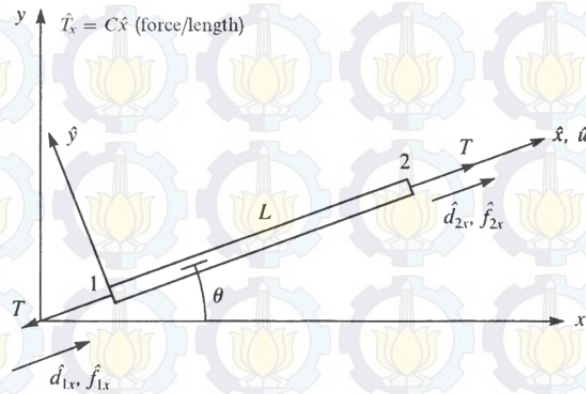
- Batang tidak menahan gaya geser (*shear*).
- Pengaruh *displacement* arah melintang diabaikan.
- Material linier elastik sehingga berlaku hukum *Hooke*.
- Tidak ada gaya yang bekerja di tengah batang.

Penurunan matrik berdasarkan hukum *Hooke* didapatkan matrik kekakuan elemen batang sebagai berikut:

$$\underline{k} = \frac{AE}{L} \dots\dots\dots (2.3.16)$$

sehingga persamaan elemen menjadi :

$$\begin{Bmatrix} f_{1x} \\ f_{2x} \end{Bmatrix} = \frac{AE}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_{1x} \\ d_{2x} \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (2.3.17)$$



Gambar 2. 17 Elemen batang (*truss*)

3. Elemen balok (*beam element*)

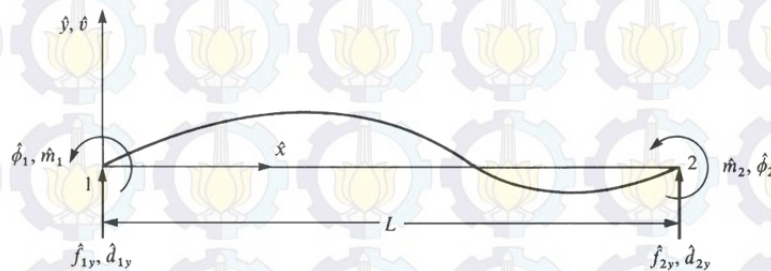
Balok adalah bagian struktur yang panjang dan langsing. Balok biasanya menanggung beban transversal, sehingga menimbulkan efek lentur yang sangat besar dibanding efek puntir atau aksial. Deformasi balok biasanya diberikan sebagai displacement translasi dan rotasi, sehingga derajat kebebasan pada setiap simpul adalah translasi dan rotasi.

Penurunan matrik kekakuan elemen batang adalah sebagai berikut:

$$\underline{k} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 4L^2 & -6L & 2L^2 & -4L^2 \\ \text{symm} & & & \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.3.18)$$

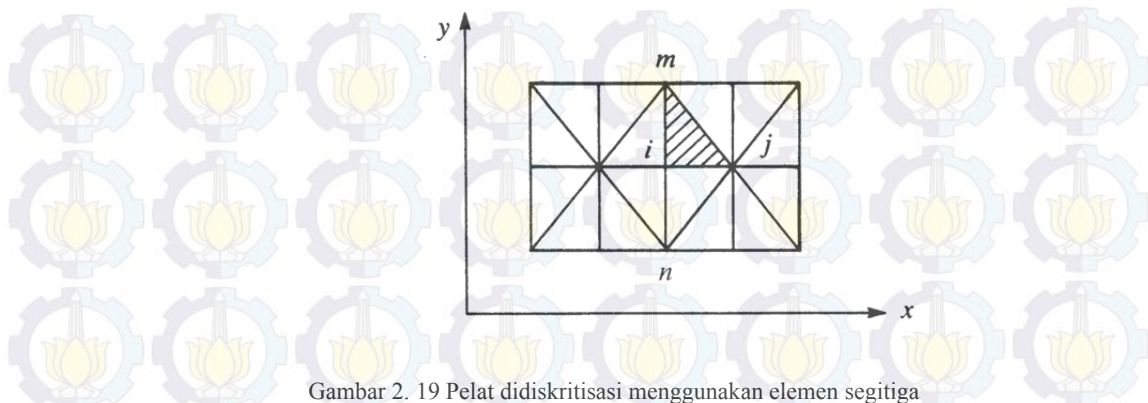
sehingga persamaan elemen menjadi:

$$\begin{Bmatrix} f_{1y} \\ m_1 \\ f_{2y} \\ m_2 \end{Bmatrix} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 4L^2 & -6L & 2L^2 & -4L^2 \\ \text{symm} & & & \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_{1y} \\ \phi_1 \\ d_{2y} \\ \phi_2 \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (2.3.19)$$



Gambar 2. 18 Elemen balok (*beam element*)

4. Elemen segitiga (*triangular element*) sebagai *plane stress-strain*



Gambar 2. 19 Pelat didiskritisasi menggunakan elemen segitiga

Untuk menganalisis pelat, kita mempertimbangkan unsur segitiga dasar seperti gambar di atas mendiskritisasi sebuah pelat. Pelat terdiskritisasi telah dibagi menjadi elemen-elemen segitiga, masing-masing dengan node seperti i, j, dan m. Kita menggunakan unsur segitiga karena pada tepian bentuk yang tidak beraturan dapat didekati erat dengan cara ini, dan karena ekspresi yang berhubungan dengan elemen segitiga relatif sederhana. Menurut (Weaver dan Johnston 1993), matrik kekakuan elemen segitiga (*Constant Strain Triangle*) dapat dinyatakan sebagai :

$$[k] = h \Delta [B]^T [C] [B] \dots \dots \dots (2.3.20)$$

dimana:

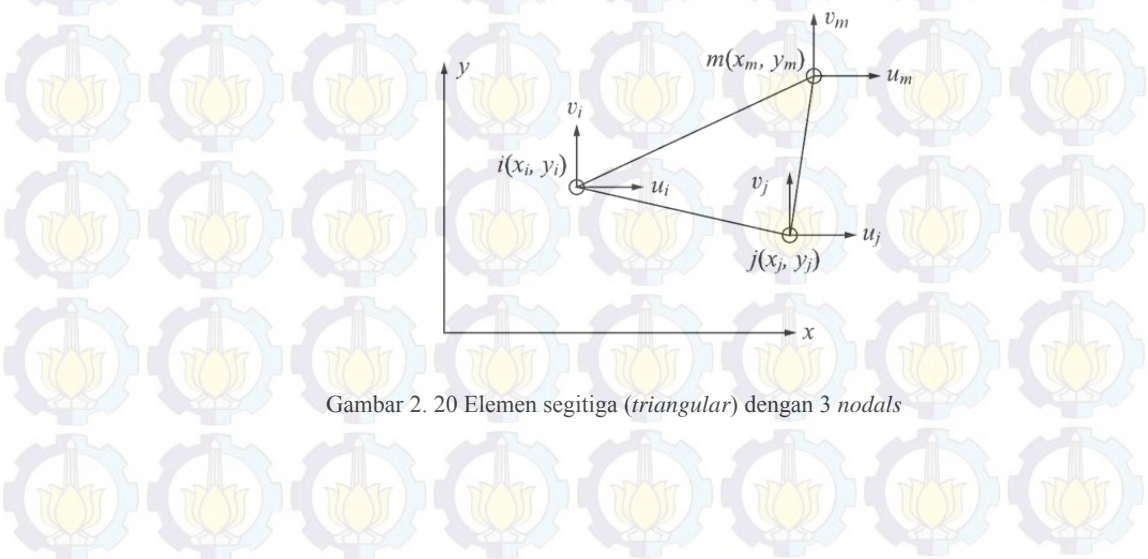
$[k]$ = matriks kekakuan elemen

h = tebal elemen

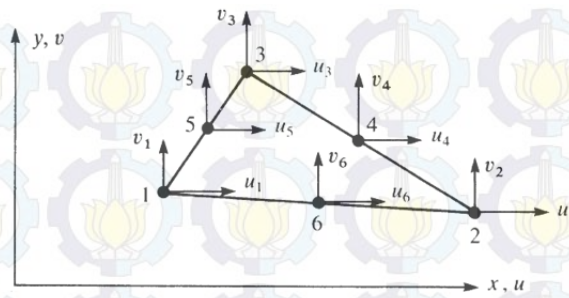
Δ = luasan elemen

$[B]$ = matrik gabungan

$[C]$ = matrik elastisitas



Gambar 2. 20 Elemen segitiga (*triangular*) dengan 3 *nodals*



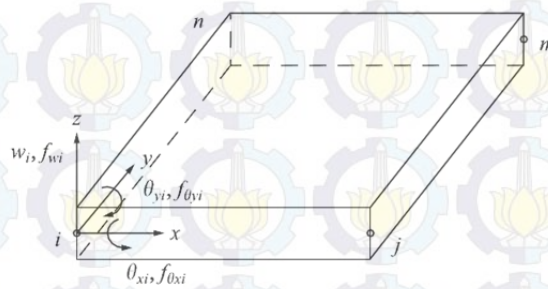
Gambar 2. 21 Elemen segitiga dengan 6 *nodals*

5. Elemen segiempat (*quadrilateral*) sebagai *plate bending*

Pelat dapat dianggap sebagai perpanjangan dua dimensi dari balok ditebuk sederhana. Balok dan pelat, keduanya mendukung pembebanan secara melintang atau tegak lurus terhadap luasannya dan dapat dibending. Pelat datar (jika itu melengkung, itu akan menjadi *shell*). Balok memiliki ketahanan momen lentur tunggal, sementara pelat tahan lentur dua sumbu dan memiliki momen memutar (Logan, 2007).

Kirchhof mengasumsikan sebagai berikut:

1. Bahwa tegangan geser melintang $\gamma_{yz} = 0$ dan juga $\gamma_{xz} = 0$. Namun, γ_{xy} tidak sama $= 0$; sudut yang awalnya tegak lurus pada bidang plat mungkin tidak akan tegak lurus setelah pembebanan. Pelat dapat memutar pada bidang.
2. Perubahan tebal dapat diabaikan. Ini berarti tegangan normal, $\epsilon_z = 0$.
3. Tegangan normal σ_z tidak menimbulkan efek pada tegangan bidang ϵ_x dan ϵ_y di persamaan *stress-strain* dan dianggap diabaikan.
4. Membran atau gaya pada bidang diabaikan di sini, dan resistensi tegangan bidang dapat ditumpangkan kemudian (yaitu, elemen segitiga dengan regangan konstan dapat ditumpangkan sebagai elemen pelat *bending*). Artinya, dalam deformasi bidang arah x dan y di tengah permukaan yang diasumsikan nol; $u(x,y,0) = 0$ dan $v(x,y,0) = 0$.



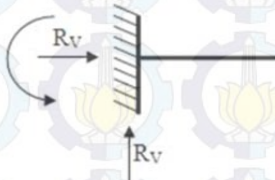
Gambar 2. 22 Basic rectangular elemen pelat dengan 4 nodals derajat kebebasan

2.3.3. Kondisi Batas

Menurut Tawekal (2010), kondisi batas harus ditentukan agar matrik kekakuan global tidak *singular* dan struktur tidak bergerak sebagai benda pejal (*rigid body*).

Sifat-sifat gaya reaksi yang timbul pada suatu benda yang mendapat beban tergantung bagaimana benda tersebut ditumpu atau bagaimana benda tersebut disambung dengan benda lain. Ada beberapa pengondisian tumpuan pada sebuah struktur. Pada umumnya tumpuan yang sering kita jumpai pada struktur adalah tumpuan jepit (*fix*), roda (*roll*) dan tumpuan sendi/engsel.

1. **Tumpuan jepit (*fix*)** dapat menahan gaya dalam segala arah dan dapat menahan momen. Dengan demikian tumpuan jepit mempunyai tiga gaya reaksi.



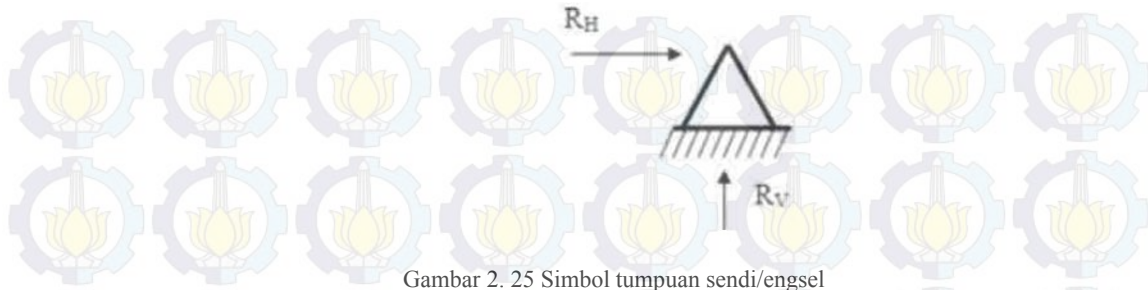
Gambar 2. 23 Simbol tumpuan jepit (*fix*)

2. **Tumpuan roda (*roll*)** hanya dapat menerima gaya dalam arah tegak lurus *roll* dan tidak mampu menahan momen. Jadi tumpuan *roll* hanya mempunyai satu gaya reaksi yang tegak lurus dengan *roll*.



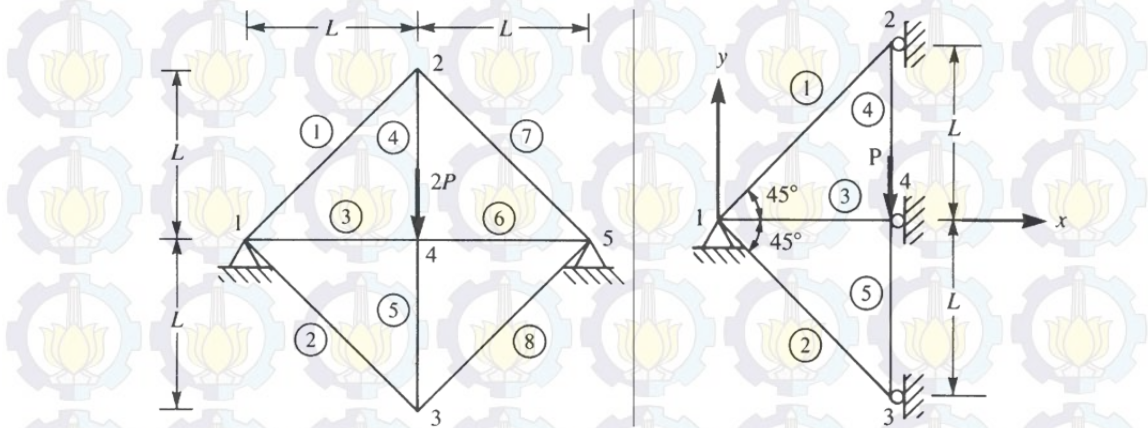
Gambar 2. 24 Simbol tumpuan *roll*

3. **Tumpuan sendi/engsel** dapat menerima gaya dari segala arah tetapi tidak mampu menahan momen. Dengan demikian tumpuan sendi mempunyai dua gaya reaksi.



Gambar 2. 25 Simbol tumpuan sendi/engsel

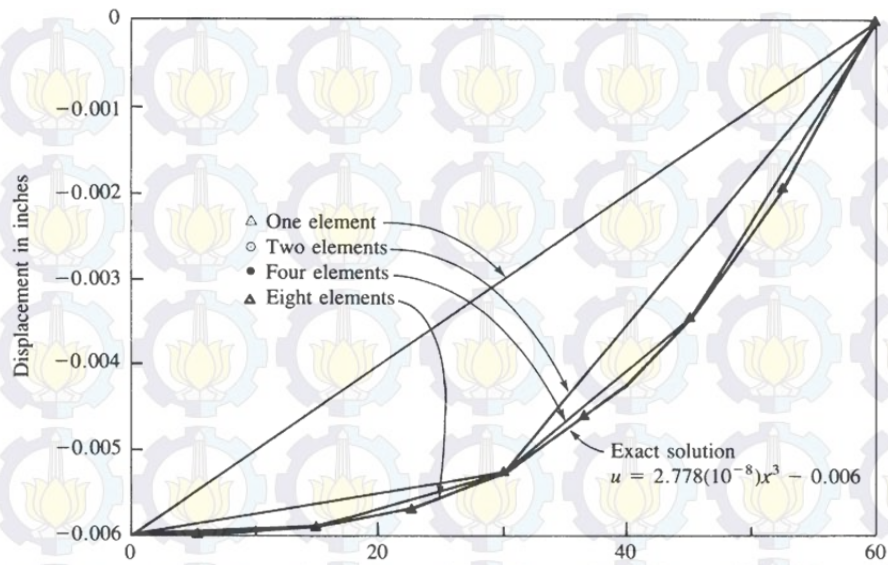
Kegunaan lain dari kondisi batas ini adalah menyederhanakan pemodelan benda yang ingin kita hitung. Salah satu contoh adalah pemangkasan model simetri yang diubah menjadi setengahnya dan digantikan oleh tumpuan *roll* tegak lurus dengan garis simetrinya. Gambar dibawah ini menggambarkan hal tersebut.



Gambar 2. 26 Pemodelan simetri

2.3.4. Konvergensi

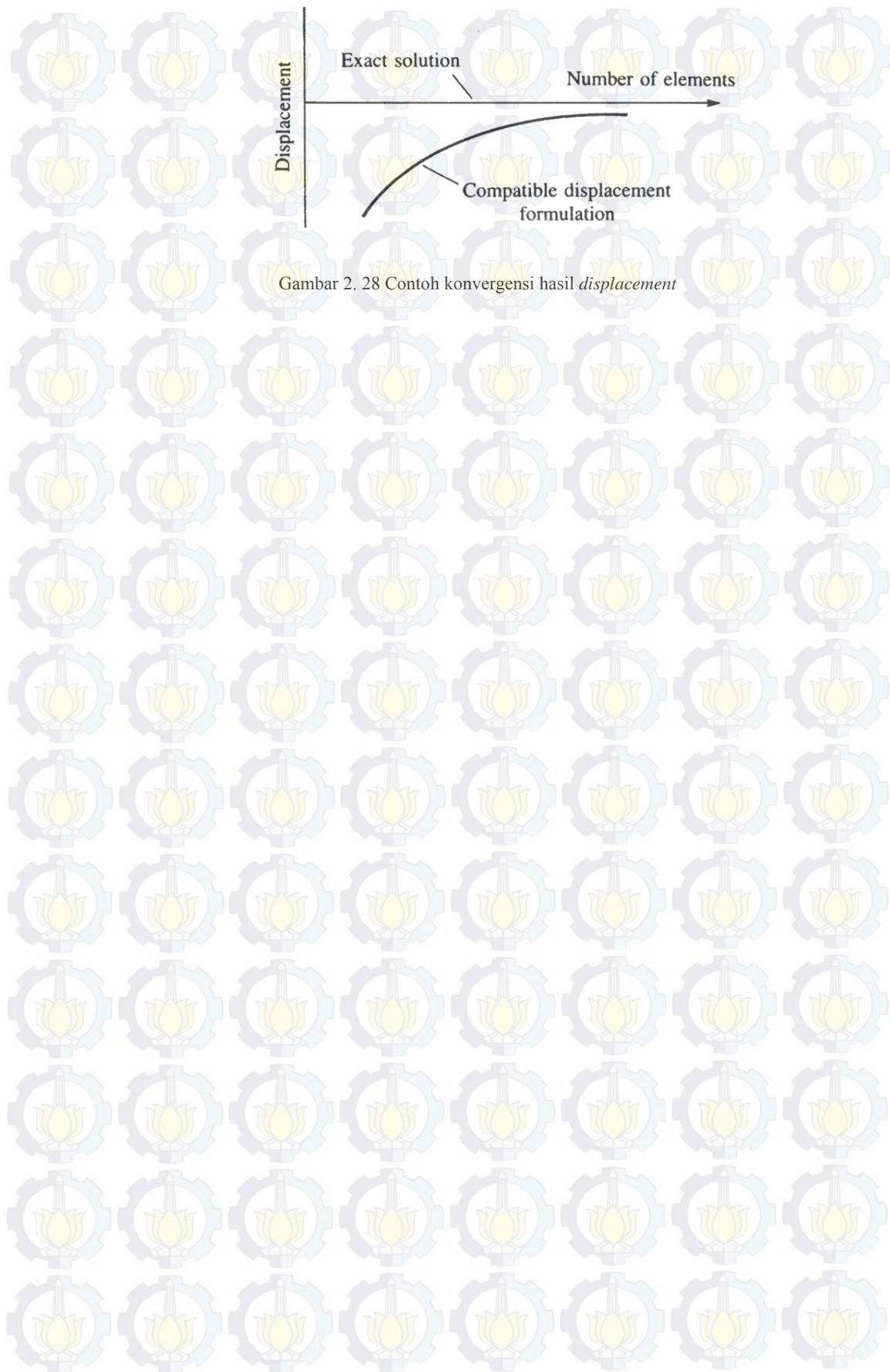
Dalam literatur mengenai metode elemen hingga (*FEM*), seringkali disebutkan bahwa akurasi solusi elemen hingga semakin meningkat dengan semakin banyaknya elemen yang digunakan, akan tetapi dengan semakin banyaknya elemen yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan untuk komputasi juga semakin besar. Bahkan terkadang jumlah elemen yang terlalu besar akan meningkatkan *round-off error* (Madenci dan Guven, 2006).



Gambar 2. 27 Perbandingan solusi eksak dengan elemen hingga

Hasil perhitungan elemen hingga hampir mendekati dengan hasil perhitungan eksak di *node* poinnya. Alasan mengapa nilai-nilai nodal tersebut dapat mendekati solusi eksak bahwa gaya yang bekerja pada nodal disetiap elemen dihitung atas dasar energi beban ekuivalen yang didistribusikan merata pada setiap elemen. Meskipun nilai perpindahan nodal tersebut sesuai dengan solusi eksak, namun nilai-nilai di lokasi antar nodal buruk untuk jumlah elemen yang sedikit (lihat solusi satu dan dua elemen pada gambar di atas) karena hal tersebut menggunakan perpindahan fungsi linier dalam setiap elemen, sedangkan solusi eksak menggunakan fungsi kuadrat (Logan, 2007).

Rekomendasi untuk menentukan jumlah elemen dengan akurasi hasil yang bisa diterima dalam suatu analisis elemen hingga adalah dengan melakukan uji konvergensi (*convergence test*) terhadap hasil yang diperoleh. Misal untuk analisis *displacement* pada suatu model, analisis awal dilakukan dengan ukuran/jumlah elemen tertentu, solusi diperoleh dengan menyelesaikan model yang digunakan. Analisis kemudian diulang dengan jumlah elemen yang lebih besar, nilai *displacement* pada lokasi tertentu dibandingkan dengan hasil analisis sebelumnya. Jika perbedaan nilai *displacement* antara kedua analisis tersebut cukup besar, maka analisis diulang lagi dengan jumlah elemen yang lebih besar hingga perbedaan nilai *displacement* tersebut dianggap cukup kecil.



Gambar 2. 28 Contoh konvergensi hasil *displacement*

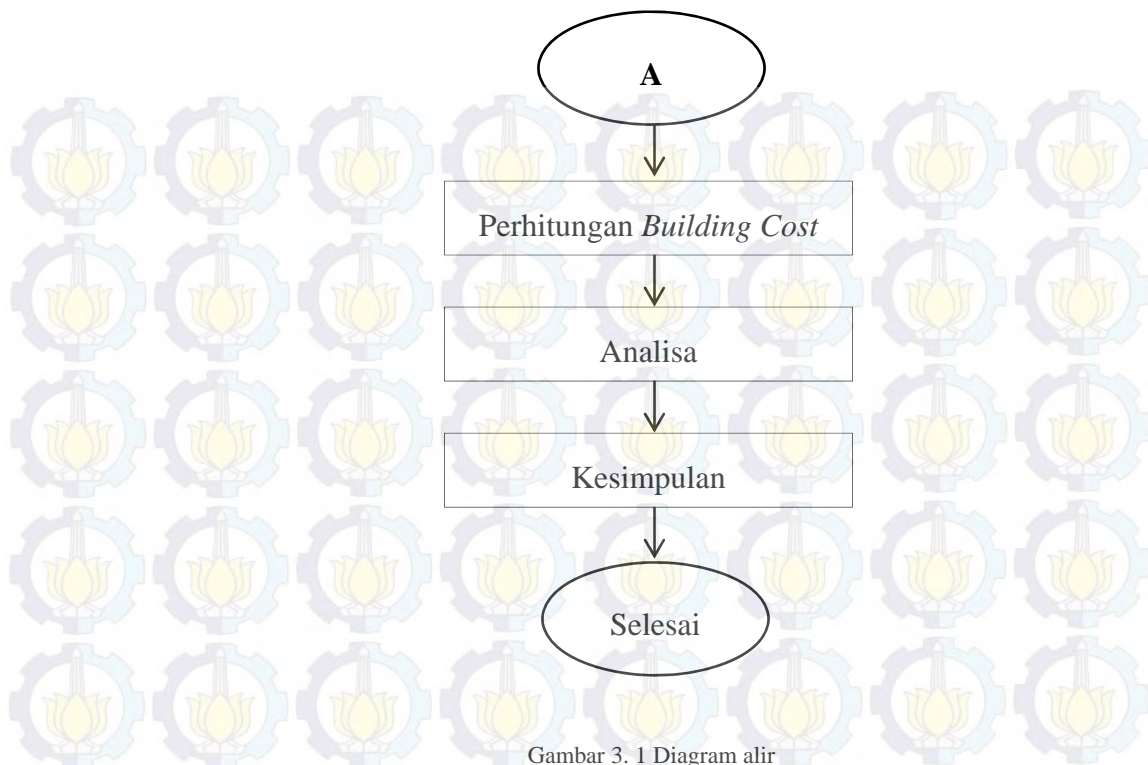
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir

Metodologi yang digunakan dalam menyusun Tugas Akhir ini dapat digambarkan dalam diagram alir di bawah ini :





Gambar 3. 1 Diagram alir

3.2. Pembuatan Desain Awal

Untuk membuat desain awal yang berupa rencana umum, data-data yang dibutuhkan adalah panjang *graving dock*, lebar *graving dock*, dan juga tinggi *graving dock*. Sehingga kita dapat menentukan ukuran utama daripada pintu dock yang akan didesain. Setelah mendapatkan ukuran utama pintu dock, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan rencana umum. Untuk memudahkan proses desain rencana umum, penulis menggunakan teknik *parent design approach*. *Parent design approach* di dalam dunia desain kapal, merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis sudah mempunyai referensi terhadap pintu dock yang akan dirancang. Dengan menggunakan metode inilah penulis menghasilkan ukuran utama awal pintu yang akan dirancang. Keuntungan dalam *parent design approach* adalah dapat mendesain pintu lebih cepat, karena sudah ada acuan pintu sehingga tinggal memodifikasi saja.

3.3. Perhitungan Konstruksi

Perhitungan konstruksi perlu dilakukan untuk membuat ukuran-ukuran profil dan tebal pelat. Perhitungan konstruksi pada tugas akhir ini menggunakan Biro Klasifikasi Indonesia Volume II *Rules for Hull* (2009). Setelah didapatkan ukuran profil dan tebal pelat, maka

langkah selanjutnya adalah menghitung berat dan titik berat pintu. Setelah perhitungan ukuran profil, tebal pelat, perhitungan berat dan titik berat, maka langkah selanjutnya adalah penggambaran *construction profile*.

3.4. Perhitungan Stabilitas

Setelah perhitungan konstruksi didapatkan, langkah selanjutnya adalah perhitungan stabilitas, perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui bahwa pintu ini memiliki stabilitas yang baik ketika dilakukan pengoperasian. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tinggi pintu tercelup / sarat (T)

$$V = \frac{W}{\rho \cdot g} \quad \text{dimana : } V = P \times L \times T \quad \dots\dots\dots(3.4.21)$$

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B} \quad \dots\dots\dots(3.4.22)$$

Keterangan :

- V = Volume Displasmen (m³)
- W = Berat Konstruksi Pintu (N)
- P = Panjang Pintu (m)
- L = Lebar Pintu (m)
- T = Sarat Pintu (m)
- ρ = Massa Jenis Air Laut (kg/m³)
- g = Gaya Gravitasi (m/s²)

2. Menentukan Titik KG dan KB

- Titik KG dapat diketahui setelah melakukan perhitungan berat konstruksi, karena titik KG dipengaruhi oleh berat konstruksi dan tata letak daripada konstruksi tersebut.
- Titik KB dapat diketahui setelah melakukan perhitungan tinggi sarat, setelah sarat diketahui maka titik KB dapat diketahui juga. Titik KB dipengaruhi oleh tinggi sarat.

3. Menghitung GM

- Perhitungan GM dilakukan untuk mengetahui apakah pintu ini stabil apa tidak. Karena menurut A.B. Biran dalam bukunya *Ship Hydrostatics and Stability* “Persamaan dari benda terapung dikatakan stabil jika metacenter terletak di atas

titik gravitasi. Jarak dari titik gravitasi sampai metacenter, GM, disebut tinggi metacenter, dan bernilai positif ke atas. Kondisi stabil dapat dinyatakan dengan $GM > 0$ ”.

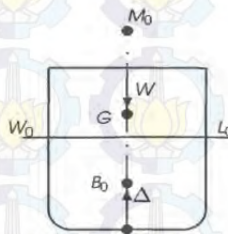
Transverse Metacentric

$$\begin{aligned} BM_t &= \frac{I}{V} \\ BM &= \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V} \\ BM &= \frac{B^2}{12 \cdot T} \dots\dots\dots(3.4.23) \end{aligned}$$

Longitudinal Metacentric

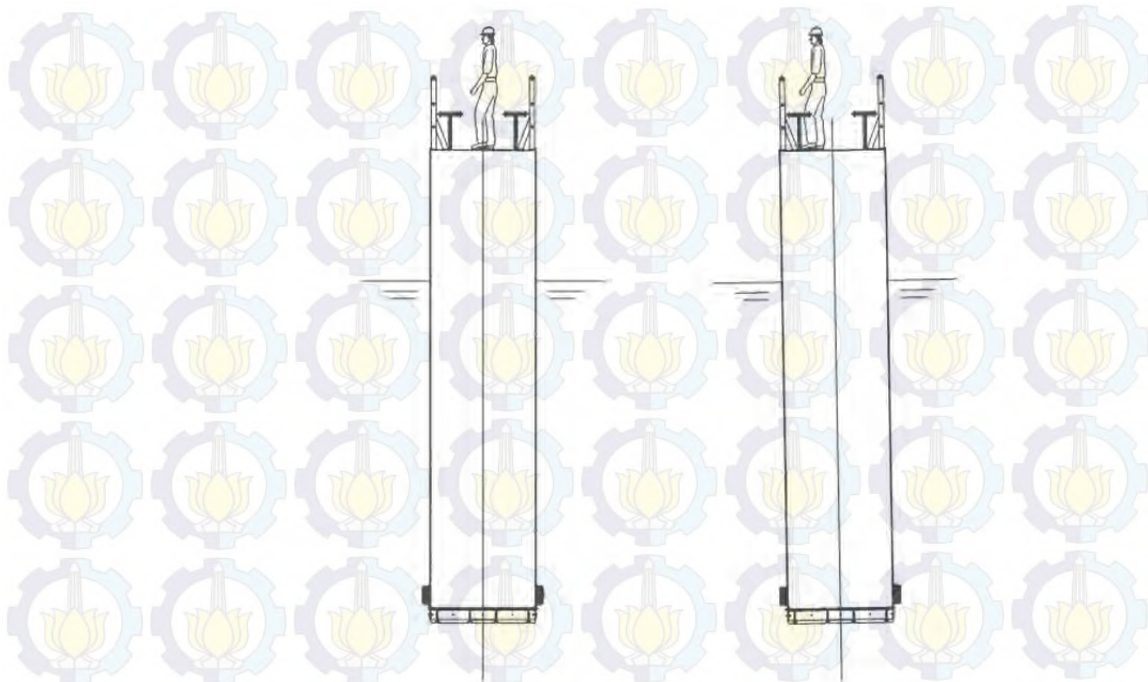
$$\begin{aligned} BM_l &= \frac{I}{V} \\ BM &= \frac{B \cdot L^3}{12 \cdot V} \\ BM &= \frac{L^2}{12 \cdot T} \dots\dots\dots(3.4.24) \end{aligned}$$

$$GM = KB + BM - KG \dots\dots\dots(3.4.25)$$



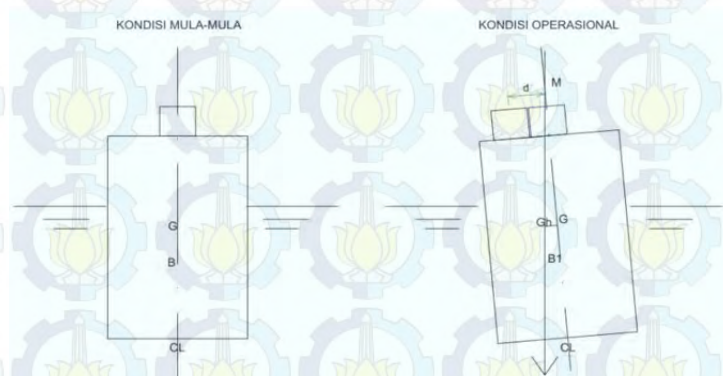
Gambar 3. 2 Kondisi *initial stability*

Pada saat pintu beroperasi, di atas pintu akan ada beberapa orang yang bertugas untuk membuka *valve* air balas. Oleh karena itu perlu diperhatikan bahwa stabilitas pintu ini masih cukup baik pada saat ada pekerja yang bekerja di atas pintu. Kondisi tersebut dapat digambarkan seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3. 3 Kondisi saat pintu beroperasi

Pada gambar di atas dapat dilihat seorang pekerja berada tepat di tengah *center line* pintu, kemudian pekerja tersebut bergeser ke arah kiri untuk membuka *valve* air balas. Dan perpindahan orang tersebut menyebabkan pintu mengalami kemiringan karena perpindahan berat pekerja. Kondisi ini disebut *list*, kondisi yang digunakan untuk mendeskripsikan kapal dalam keadaan miring akibat perpindahan berat (Marthin Rodes, 2009).



Gambar 3. 4 List pada suatu benda terapung

Untuk menghitung *list* dapat menggunakan persamaan di bawah ini :

$$GGh = \frac{w \times d}{W} \dots \dots \dots (3.4.26)$$

Keterangan :

GGh = komponen horizontal (m)

w = berat yang dipindahkan (N)

d = jarak yang dipindahkan (m)

W = displasmen kapal (termasuk benda yang dipindahkan) (N)

$$\tan\theta = \frac{GGh}{GM} \dots\dots\dots(3.4.27)$$

Keterangan :

$\tan\theta$ = sudut list (derajat)

GGh = komponen horizontal (m)

GM = jarak titik G terhadap titik M (m)

3.5. Perhitungan Tekanan Hidrostatik

Tekanan yang dialami oleh pintu dock adalah tekanan hidrostatik. Dimana tekanan hidrostatik ini memiliki rumus :

$$Ph = \rho . g . h \dots\dots\dots(3.4.28)$$

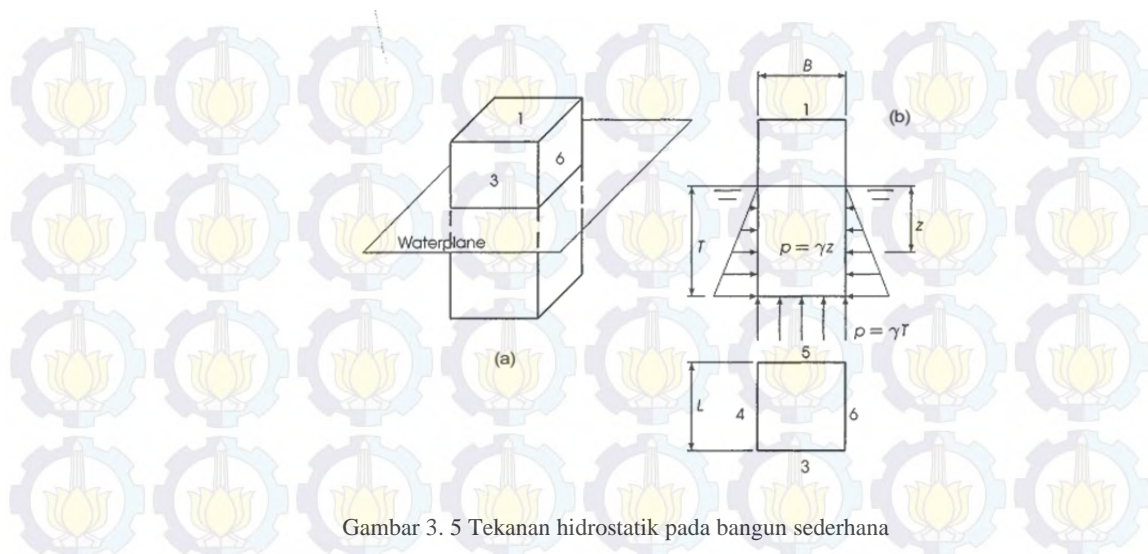
Keterangan :

Ph = Tekanan hidrostatik (N/m^2)

h = jarak ke permukaan zat cair (m)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = gaya gravitasi (m/s^2)



Gambar 3. 5 Tekanan hidrostatik pada bangun sederhana

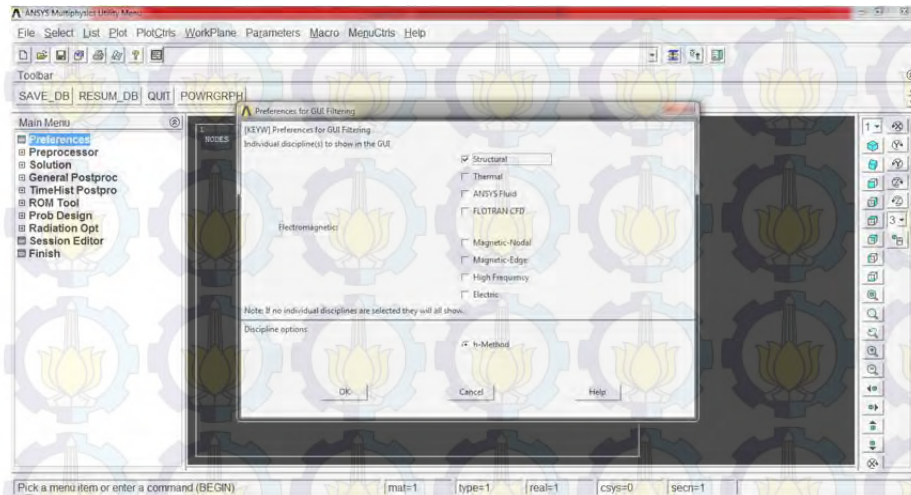
3.6. Pemodelan pada *Ansys Mechanical APDL*

Setelah desain konstruksi, tahap selanjutnya adalah pemodelan konstruksi tersebut dalam bentuk model elemen hingga. Pemodelan elemen yang telah dijelaskan bahwa suatu bentuk konstruksi didiskritisasi menjadi elemen-elemen penyusun yang lebih kecil. Pemodelan untuk konstruksi pintu dock menggunakan aplikasi elemen hingga, yaitu *Ansys Mechanical APDL* 14.5. Dalam aplikasi tersebut, model diterjemahkan menjadi nodal-nodal yang dapat dihitung menggunakan matematika dalam bahasa mesin.

Pemodelan dalam aplikasi ini terdapat beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut harus dilakukan secara benar, agar model dapat di-*running* (proses perhitungan yang dilakukan oleh komputer). Setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut :

3.6.1. Pemilihan Tipe Analisa

Dalam aplikasi tersebut, terdapat beberapa analisa yang umum dilakukan dengan metode elemen hingga. Beberapa analisa tersebut adalah analisa struktur, *thermal*, *fluid*, *CFD* dan *magnetic*. Dalam pemodelan ini, kita menggunakan analisa struktur seperti gambar di bawah ini. Pemilihan analisa ini karena pada penelitian ini menganalisa tegangan yang terjadi pada suatu konstruksi akibat adanya beban *pressure*.



Gambar 3. 6 Pemilihan tipe analisa pada Ansys Mechanical APDL

Dan juga setelah pemilihan tipe analisa, dilakukan pemilihan *units* yang akan digunakan. Dengan cara, ANSYS Main Menu, Preprocessor → Material Props → Material Library → Select Units. Hasilnya dapat dilihat di bawah ini :

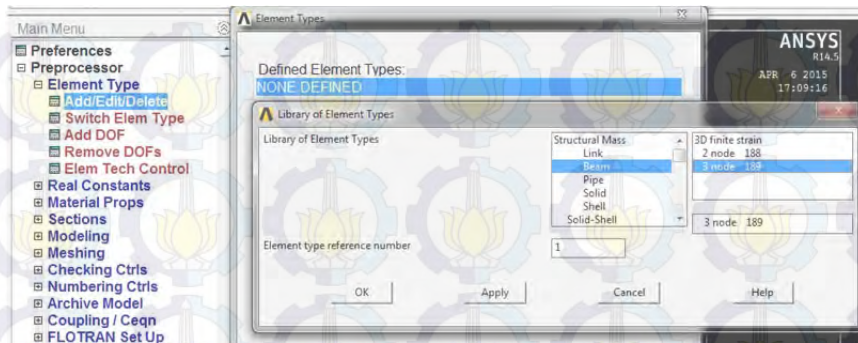


Gambar 3. 7 Pemilihan *units*

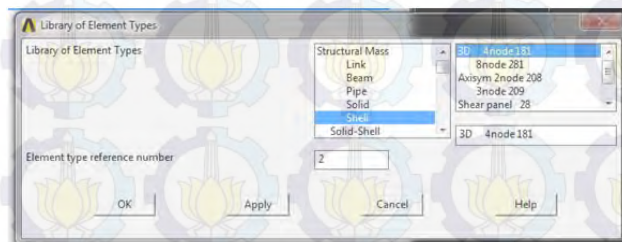
3.6.2. Pemilihan Tipe Elemen

Elemen pada *finite element software* dapat dikategorikan kedalam dua jenis yaitu elemen 2D dan elemen 3D. Elemen tersebut terdiri dari elemen titik, elemen garis, elemen area, dan elemen solid. Elemen-elemen ini dapat dikombinasikan sesuai dengan kebutuhan pemodelan.

Untuk membuat model dalam kasus ini, pemodelan dengan mudah menggunakan elemen 2D dengan kombinasi elemen garis sebagai beam dan elemen luasan (*shell*) sebagai pelat. Penulis memilih elemen *beam* 189 dan *shell* 181 berdasarkan penjelasan pada *Ansys Help* 14.5. Untuk memilih tipe elemen dengan cara sebagai berikut : ANSYS Main Menu, pilih Preprocessor → Element Type → Add/Edit/Delete. Hasil gambar ada di bawah ini :



Gambar 3. 8 Pemilihan elemen *Beam*



Gambar 3. 9 Pemilihan elemen *Shell*

Menurut *Ansys help* 14.5, masing-masing elemen yang telah dipilih diatas dijelaskan sebagai berikut :

1. *Element Beam189*

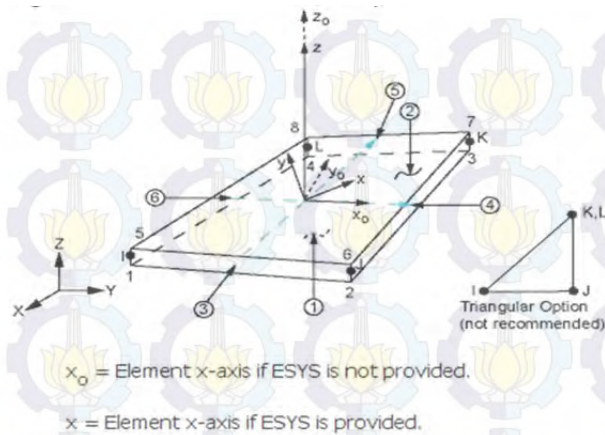
Elemen *BEAM189* cocok untuk menganalisis struktur balok tipis hingga cukup tebal. Elemen ini didasarkan pada teori balok Timoshenko yang meliputi efek geser-deformasi. Elemen ini menyediakan pilihan untuk pembengkokan terkendali dan pembengkokan terkendali lintas-bagian.

Elemen tersebut merupakan kuadratik tiga simpul elemen balok dalam 3-D. Dengan pengaturan standar, enam derajat kebebasan terjadi pada setiap node; ini termasuk translasi arah x, y, dan z, serta rotasi arah x, y, dan z. Gelar ketujuh opsional kebebasan (pembengkokan besarnya) tersedia. Unsur ini sangat cocok untuk *linear*, rotasi besar, dan atau besar-regangan aplikasi *nonlinear*. Sebuah tambahan derajat kebebasan ke-tujuh tersedia. Elemen tersebut sangat cocok untuk *linear*, rotasi besar, atau aplikasi *nonlinear* regangan besar.



Elemen *SHELL181* cocok untuk menganalisis struktur plat tipis hingga cukup tebal. Elemen ini adalah elemen empat simpul dengan enam derajat kebebasan pada setiap node, translasi arah x, y, dan z, dan rotasi arah sumbu x, y, dan z. (Jika opsi membran digunakan, elemen ini hanya memiliki derajat kebebasan translasi saja). Pilihan segitiga degenerasi seharusnya hanya digunakan sebagai elemen pengisi dalam generasi mesh. Elemen *SHELL181* cocok untuk *linear*, rotasi besar, atau aplikasi *nonlinear* regangan besar. Perubahan ketebalan pelat dihitung dalam *nonlinear* analisis. Dalam domain elemen, baik skema integrasi penuh dan pengurangan didukung oleh elemen ini. *SHELL181* menyumbang beban kekakuan efek tekanan yang didistribusikan.

38

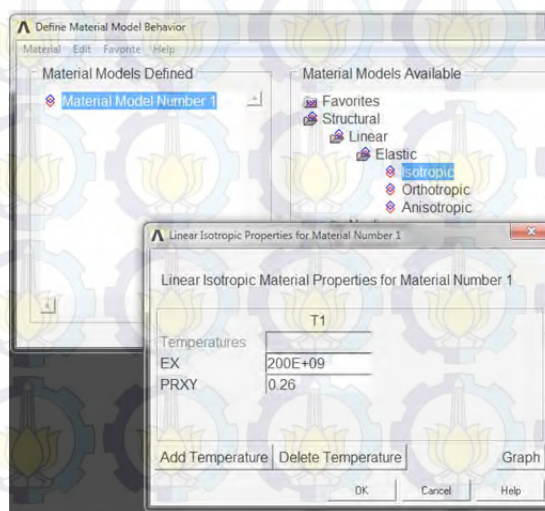


Gambar 3. 11 Geometri *element shell 181*

3.6.3. Penentuan Material Properties

Pada tahap ini dilakukan pendefinisian sifat-sifat mekanis dan sifat-sifat fisika material yang sedang dimodelkan. Penulis menggunakan material baja A36 dengan *material properties* menurut en.wikipedia.com (2015), A36 memiliki massa jenis 7.800 kg/m^3 ($0,28 \text{ lb/cu in}$), *Modulus Young* untuk baja A36 adalah 200 GPa ($29.000.000 \text{ psi}$), baja A36 memiliki rasio Poisson sebesar 0.26 , dan modulus geser 75 GPa ($10.900.000 \text{ psi}$).

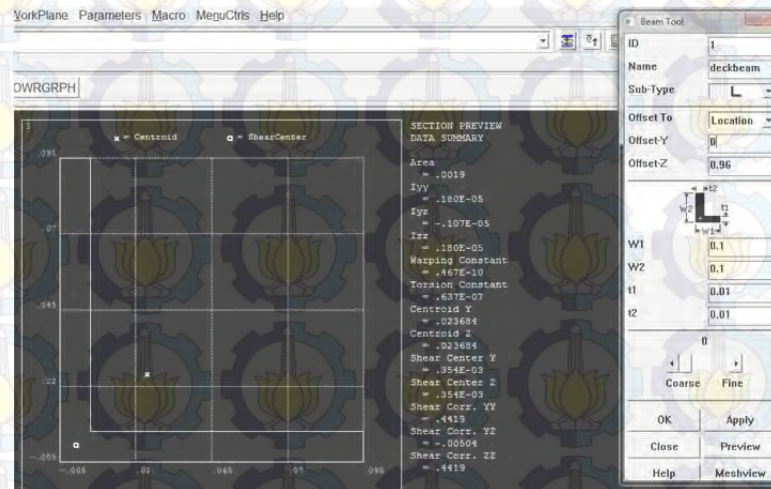
Dalam aplikasi *Ansys*, *material properties* yang harus diinputkan adalah nilai *modulus Young* dan *rasio Poisson* sebagai material isotropik. Cara untuk menginput *material properties* adalah sebagai berikut : *ANSYS Main Menu* dan pilih *Preprocessor* → *Material Props* → *Material Models*. Gambar dapat dilihat di bawah ini :



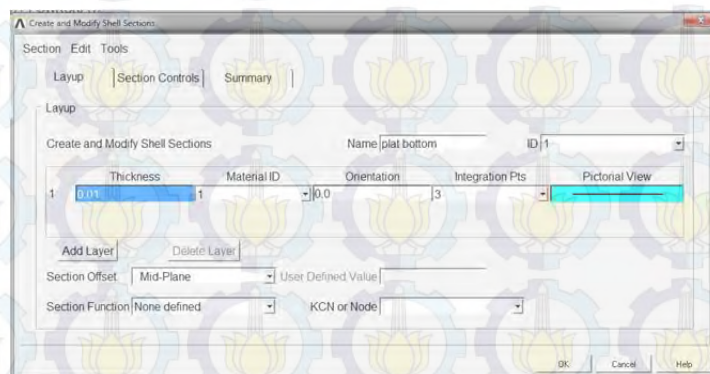
Gambar 3. 12 *Input material properties* pada *Ansys Mechanical APDL*

3.6.4. Penentuan Ukuran *Section* (profil dan pelat)

Pada tahapan ini dilakukan pendefinisian ukuran penampang melintang *beam* dan ukuran tebal pelat yang digunakan dalam pemodelan. Untuk penampang profil terdapat berbagai pilihan, misal L, T, H, I dan lain-lain.



Gambar 3. 13 Pendefinisian penampang profil untuk *beam*



Gambar 3. 14 Input tebal pelat

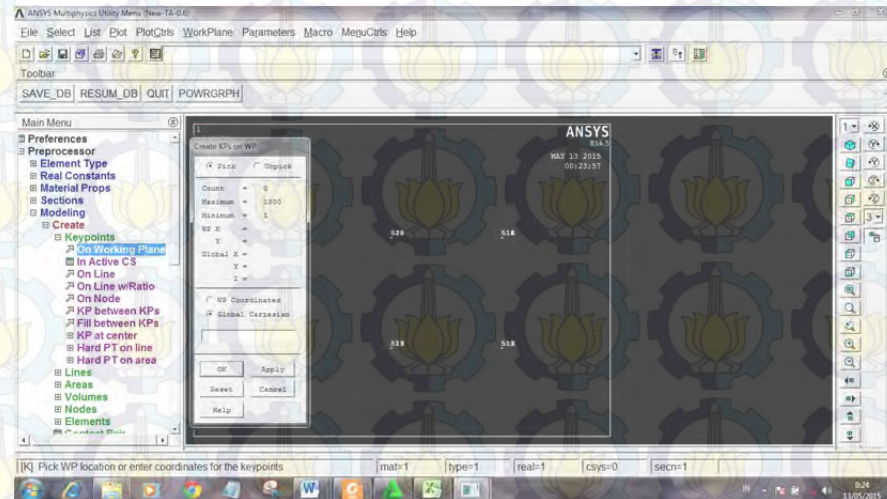
3.6.5. Modeling

Dalam pembuatan model ada beberapa tahap yang harus diingat. Dalam model ini yang diperlukan adalah pelat berpenegar, dengan kata lain adalah luasan yang dibatasi oleh penegar. Untuk membuat luasan tersebut harus dimulai dari input *keypoint* (titik), *keypoint* menjadi *line* (garis), setelah itu *line* menjadi area (luasan). Tahapan-tahapan itu dijelaskan sebagai berikut :

1. *Keypoint*

Di dalam program ini, untuk membentuk suatu model diawali dengan memasukkan koordinat-koordinat titik. Yang kemudian dapat disambungkan menjadi garis.

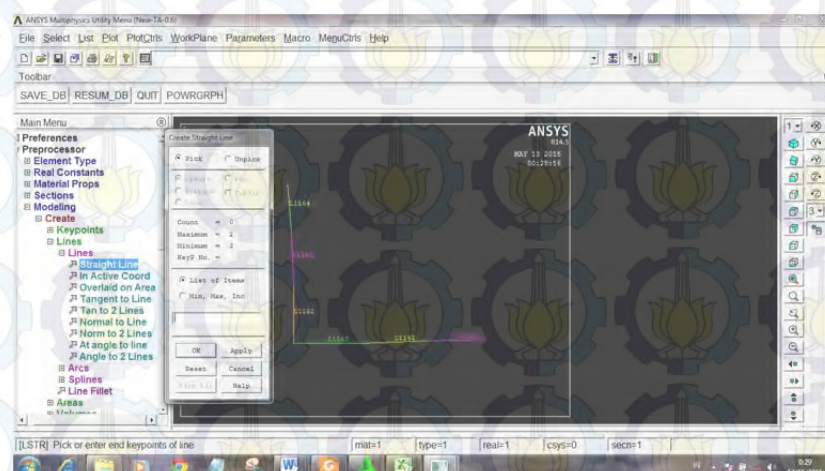
Adapun caranya sebagai berikut : Main Menu → Preprocessor → Modeling → Create → Keypoints → On Working Plane. Gambar dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 3. 15 Input *Keypoint*

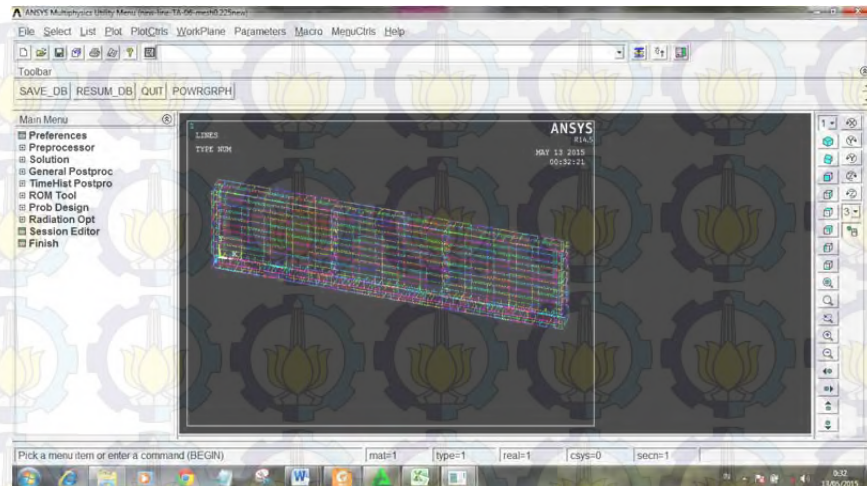
2. Line

Line dibentuk dari *keypoint*, untuk membuat garis lengkung pada *Ansys* menggunakan perintah *splines*. Untuk garis lurus menggunakan *straight line*. Setelah itu buat garis-garis yang lain hingga semua bagian pintu terbentuk. Adapun caranya sebagai berikut : Main Menu → Preprocessor → Modeling → Create → Lines → Straight Line. Gambar dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 3. 16 Pembuatan model garis pada *Ansys*

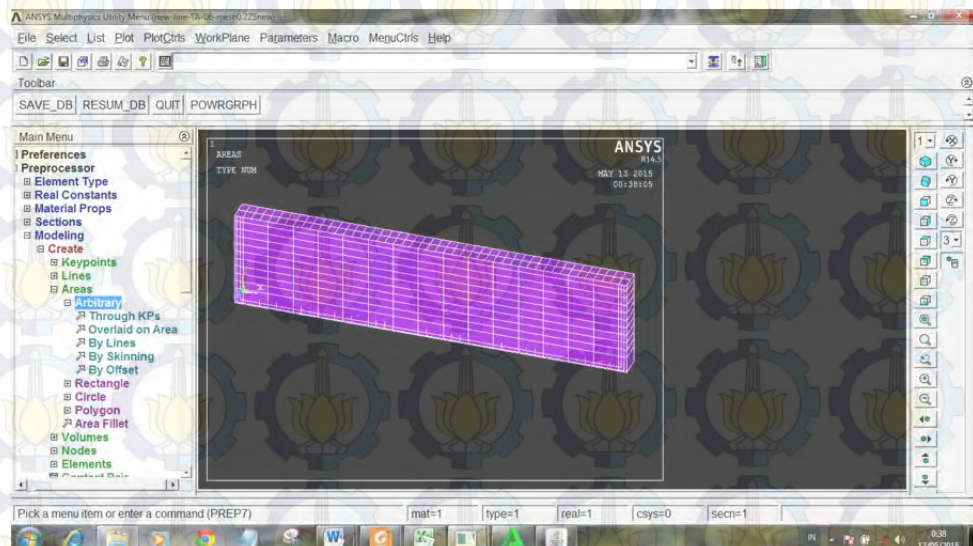
Berikut adalah gambar hasil pembuatan model yang diplot dalam bentuk *line*.



Gambar 3. 17 Tampilan model dalam bentuk plot lines

3. Area

Untuk membuat luasan atau area, yang dibutuhkan adalah minimal 3 garis untuk luasan yang datar. Jika luasan berbentuk lengkung, maka area harus dibuat dengan banyak garis 4 garis, sehingga garis yang dibuat dapat *smooth*. Adapun caranya sebagai berikut : Main Menu → Preprocessor → Modeling → Areas → Arbitrary → kemudian dapat memilih opsi yang ada. Gambar dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 3. 18 Plot area model pintu

3.6.6. Meshing

Meshing merupakan salah satu tahapan yang penting dalam pemodelan elemen hingga. Proses *meshing* ini yang akan menentukan akurat atau tidaknya hasil perhitungan. Semakin besar ukuran *meshing* maka hasil kurang akurat dan semakin kecil ukuran *meshing* maka hasil semakin akurat. Namun ukuran *meshing* yang semakin kecil maka akan membutuhkan spesifikasi

komputer yang semakin besar, karena jumlah nodalnya semakin banyak. Oleh sebab itu pemilihan ukuran *meshing* sangat penting.

Secara umum *meshing* merupakan tahapan mendiskritkan model geometri menjadi elemen-elemen hingga dan titik-titik nodal yang akan dianalisa. Pada saat penentuan ukuran elemen, keselarasan ukuran elemen perlu diperhatikan agar hasil yang diperoleh seragam. Ukuran elemen ini dapat digunakan sebagai salah satu variabel konvergensi yang telah dijelaskan pada bab dua.

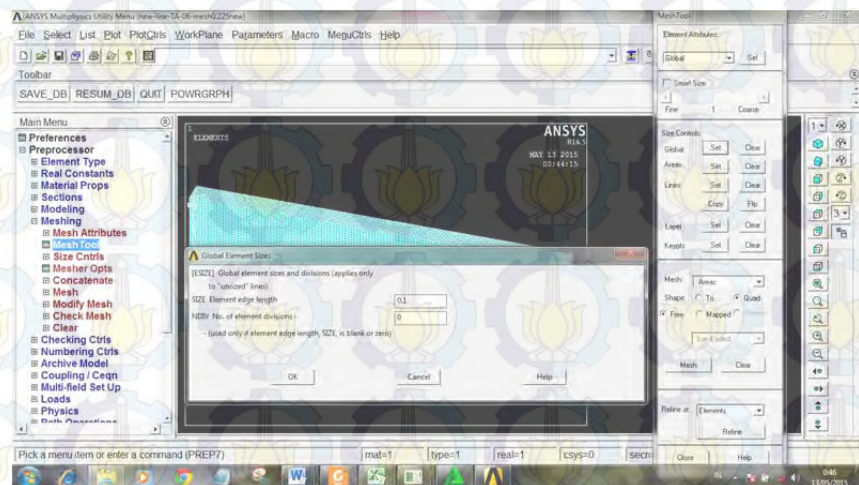
Dalam tahapan *meshing* sendiri ada tiga tahapan dalam aplikasi *Ansys*, yaitu :

1. *Mesh attribute*

Dalam tahapan ini adalah penentuan suatu model (seperti : *keypoint*, *line*, area atau volume) didefinisikan terhadap *section* yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya tebal pelat untuk area yang akan kita tentukan tebalnya, dan *line* yang kita definisikan sebagai profil dengan ukuran profil yang diinginkan.

2. *Mesh size control*

Untuk menentukan ukuran dari pada mesh, maka digunakanlah tool mesh size control. Ukuran mesh yang dapat kita atur secara global atau satu persatu. Ukuran mesh ditentukan dengan memasukkan suatu nilai. Nilai tersebut adalah ukuran terbesar dari suatu mesh yang dibuat oleh komputer secara otomatis, atau dapat ditentukan sendiri dengan membagi setiap elemen model dengan kemauan kita sendiri.

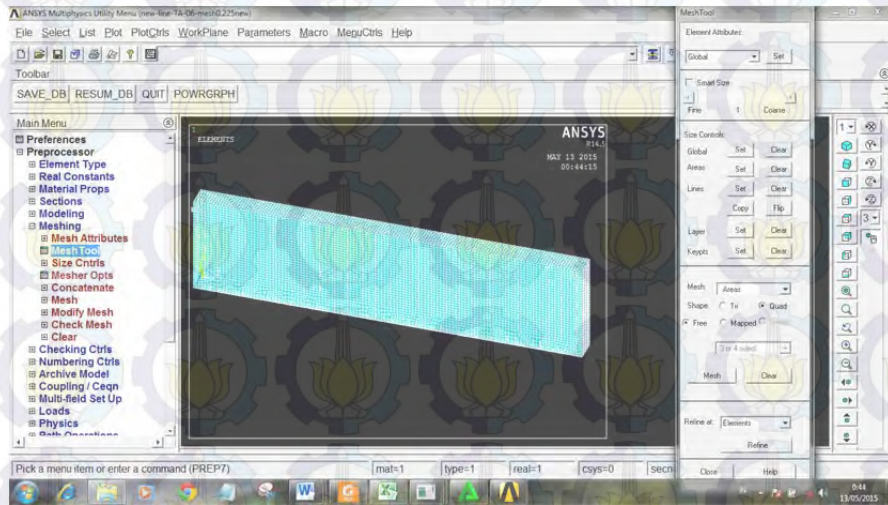


Gambar 3. 19 Input ukuran mesh

3. *Meshing*

Langkah terakhir yang dilakukan adalah *meshing* model. *Meshing* dibagi berdasarkan jenis elemen dan model, diantaranya adalah *keypoint*, *line*, area dan volume. Untuk area dapat dibagi lagi menjadi triangular dan quadratic. Untuk volume dapat dibagi lagi

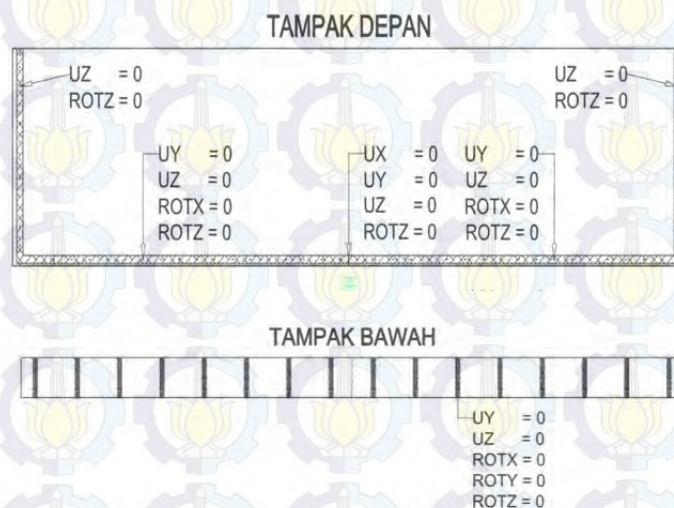
menjadi *tetrahedral* dan *hexahedral*. Di bawah ini adalah gambar tampilan area yang sudah dimesh.



Gambar 3. 20 Model yang telah dilakukan *meshing*

3.6.7. Penentuan Kondisi Batas

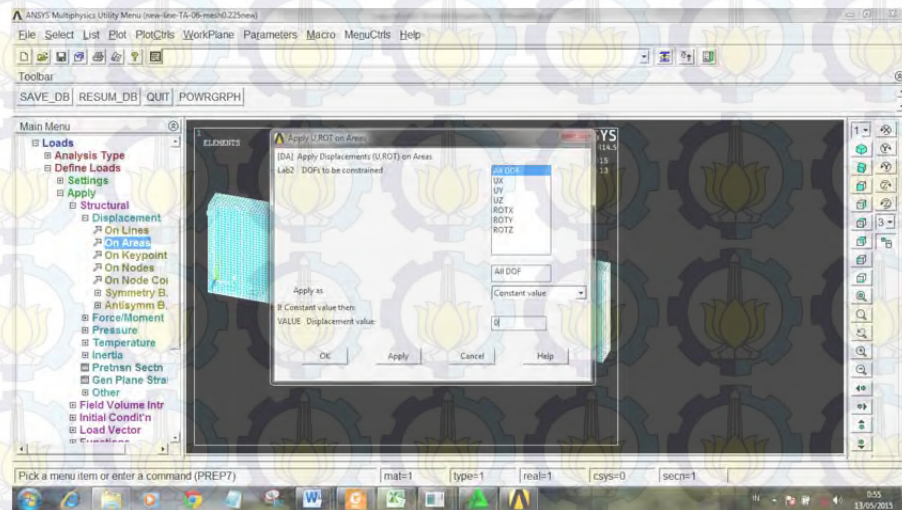
Pengambilan asumsi kondisi batas dalam perhitungan elemen hingga harus diatur sedemikian rupa sehingga semirip mungkin dengan kondisi nyata. Sehingga model struktur bisa mewakili kondisi nyata yang terjadi. Kondisi batas pada permodelan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 21 Kondisi batas

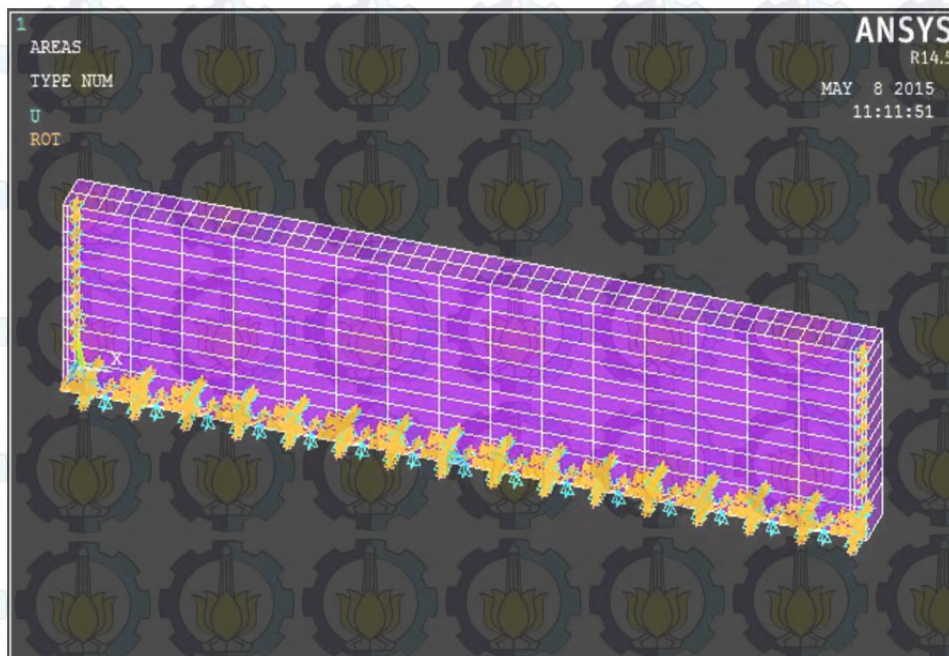
Untuk cara memasukkan kondisi batas adalah sebagai berikut : ANSYS Main Menu → Solution → Define Loads → Apply → Structural → Displacement → On Areas.

Jenis tumpuan pada *Ansys Mechanical* ada tujuh jenis yaitu All DOF, UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, dan ROTZ, seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3. 22 Pemilihan kondisi batas pada *Ansys Mechanical*

Hasil daripada pemberian kondisi batas dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 3. 23 Model yang telah diberi kondisi batas

3.6.8. Input Beban

Setelah memberikan kondisi batas, langkah selanjutnya adalah memasukkan nilai beban-beban yang bekerja pada model. Beban dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis. Beban gaya/momen adalah beban yang bekerja pada satu nodal, sedangkan *pressure* adalah beban yang bekerja pada suatu luasan yang nantinya besar beban tersebut didistribusikan terhadap nodal-nodal yang ada didalamnya. Adapun pembebanan yang terjadi pada pintu dock, adalah tekanan hidrostatik. Tekanan terjadi karena adanya air balas dan juga air laut.

Adapun rumus tekanan hidrostatik

$$Ph = \rho \cdot g \cdot h \quad \dots\dots\dots(3.6.29)$$

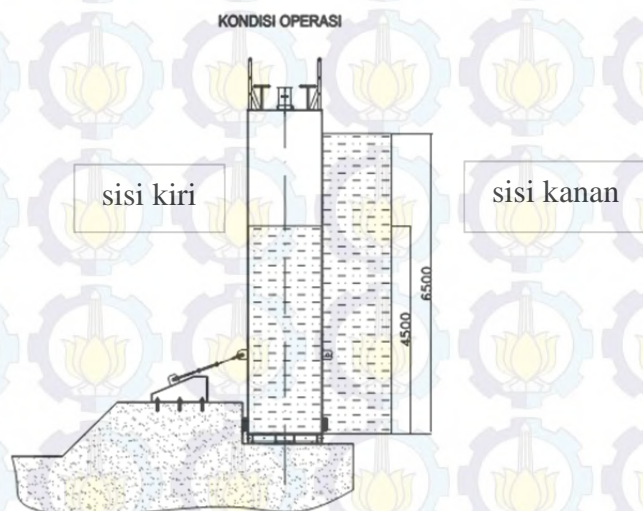
Keterangan :

Ph = Tekanan hidrostatik (N/m²)

h = Jarak ke permukaan zat cair (m)

ρ = Massa jenis zat cair (kg/m³)

g = Gravitasi (m/s²)



Gambar 3. 24 Beban saat kondisi operasi

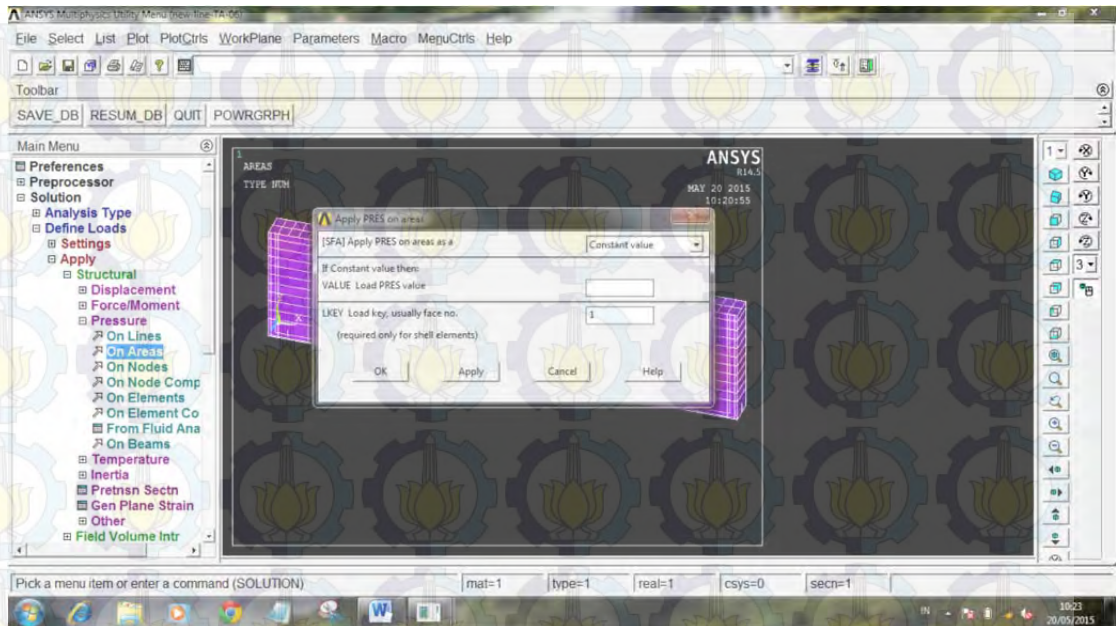
Tabel 3. 1 Tekanan hidrostatik konstruksi sisi kanan/depan/belakang.

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m ²)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m ²)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m ²)	
1	Bottom	6.50	65359.13	4.50	45248.63	20110.50
2	Pembujur No 1	5.35	53795.59	3.35	33685.09	20110.50
3	Side Stringer No 2	4.80	48265.20	2.80	28154.70	20110.50
4	Pembujur No 3	4.25	42734.81	2.25	22624.31	20110.50
5	Side Stringer No 4	3.70	37204.43	1.70	17093.93	20110.50
6	Pembujur No 5	3.15	31674.04	1.15	11563.54	20110.50
7	Side Stringer No 6	2.60	26143.65	0.60	6033.15	20110.50
8	Pembujur No 7	2.05	20613.26	0.05	502.76	20110.50
9	Side Stringer No 8	1.50	15082.88			15082.88
10	Pembujur No 9	0.95	9552.49			9552.49
11	Side Stringer No 10	0.40	4022.10			4022.10
12	Pembujur No 11					

Tabel 3. 2 Tekanan hidrostatik konstruksi sisi kiri

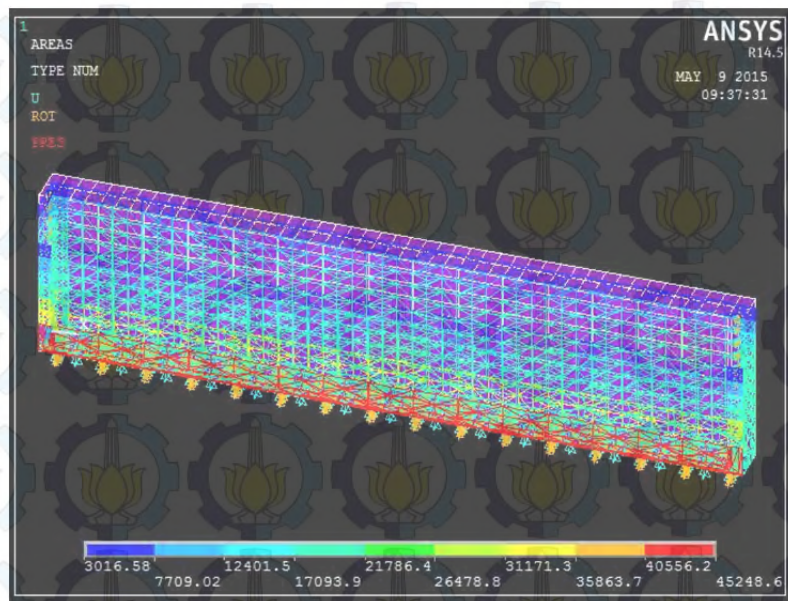
No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m ²)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m ²)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m ²)	
1	Bottom	-	-	4.50	45248.63	45248.63
2	Pembujur No 1	-	-	3.35	33685.09	33685.09
3	Side Stringer No 2	-	-	2.80	28154.70	28154.70
4	Pembujur No 3	-	-	2.25	22624.31	22624.31
5	Side Stringer No 4	-	-	1.70	17093.93	17093.93
6	Pembujur No 5	-	-	1.15	11563.54	11563.54
7	Side Stringer No 6	-	-	0.60	6033.15	6033.15
8	Pembujur No 7	-	-	0.05	502.76	502.76
9	Side Stringer No 8	-	-			-
10	Pembujur No 9	-	-			-
11	Side Stringer No 10	-	-			-
12	Pembujur No 11					

Adapun untuk memasukan nilai pembebanan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut : ANSYS Main Menu → Solution → Define Loads → Apply → Structural → Pressure → On Areas



Gambar 3. 25 Pemberian beban

Dibawah ini adalah gambaran kondisi batas dan beban yang bekerja pada model dan gambaran pada Ansys :

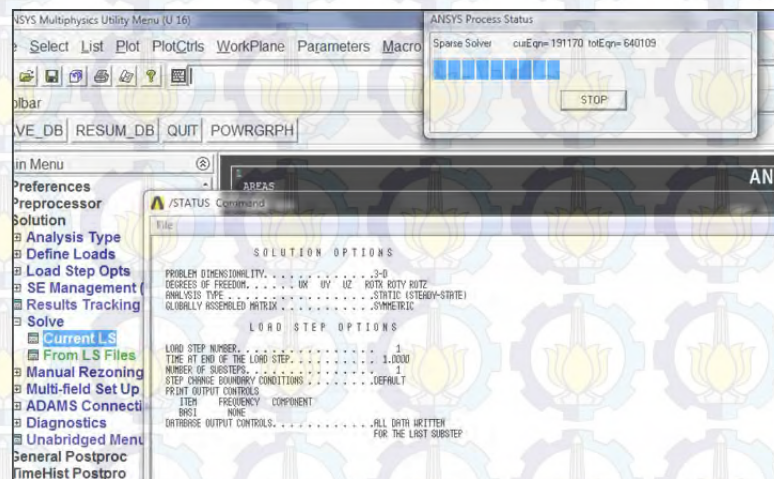


Gambar 3. 26 Tampilan penerapan kondisi batas dan beban pada model

3.6.9. *Running*

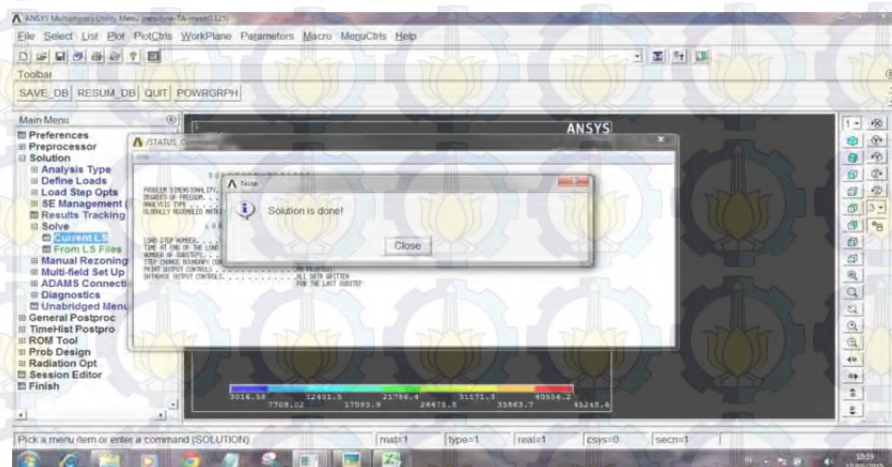
Pada tahapan ini dilakukan pemilihan tipe penyelesaian dari masalah elemen hingga. Pada umumnya penyelesaian ada dua jenis yaitu analisa statik dan analisa dinamik. Pada analisa ini menggunakan analisa statik. Penyelesaian dilakukan terhadap model dalam bentuk elemen sesuai dengan pembebanan dan kondisi batas yang diberikan pada model.

Proses ini sering disebut dengan istilah *running*. Pada tahapan ini *finite element software* menjalankan proses analisa terhadap model yang telah digenerasi dalam bentuk elemen hingga serta telah diberi kondisi batas dan beban tertentu. Dari proses ini nanti bisa diketahui apakah model kita telah memenuhi untuk dianalisa atau belum. Setelah itu computer melakukan perhitungan inverse matrik yang jumlah baris dan kolomnya bergantung pada jumlah nodal yang dibuat. Semakin banyak elemen, maka waktu yang dibutuhkan semakin lama. Selain waktu yang dibutuhkan semakin lama, semakin banyak elemen juga akan mempengaruhi kapasitas komputer yang dibutuhkan. Jika kapasitas tidak memenuhi maka proses *running* akan terhenti dan mengalami *error*. Adapun langkah-langkah untuk melakukan *running* sebagai berikut : ANSYS Main Menu → Solution → Solve → Current LS



Gambar 3. 27 Tampilan *running* sedang berlangsung

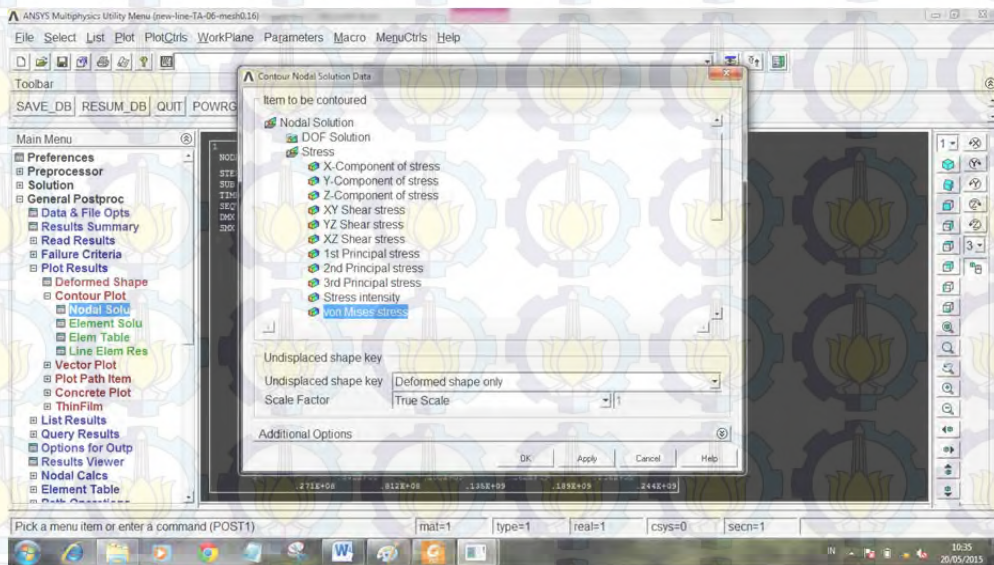
Jika telah memenuhi maka poses analisa akan berlanjut sampai dengan selesai seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 28 Tampilan *running* sudah selesai dan berhasil

3.6.10. Pembacaan Hasil

Setelah proses *running* selesai, hasil dapat ditampilkan dalam beberapa pilihan. Hasil-hasil tersebut dapat ditampilkan sesuai dengan apa yang kita pilih pada tampilan menu dibawah ini. Misalnya untuk *displacement*, dibagi lagi menjadi *displacement* arah translasi X,Y,Z dan *vector*. Gambar dibawah ini menunjukkan hasil apa saja yang dapat ditampilkan dalam suatu hasil. Adapun langkah-langkah untuk menunjukkan hasil sebagai berikut : ANSYS Main Menu → General Postproc → Plot Results → Contour Plot → Nodal Solution

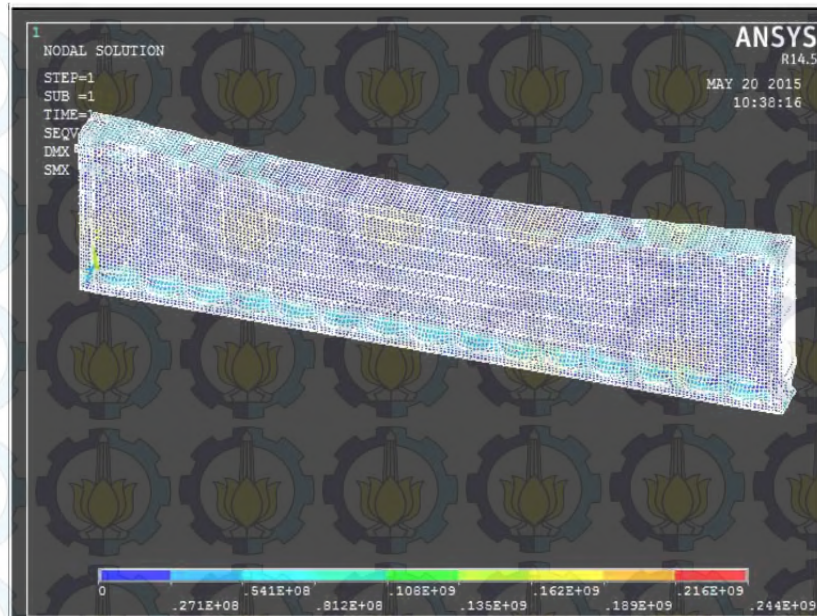


Gambar 3. 29 Pemilihan *contour plot* hasil perhitungan

Untuk macam tampilan yang mempermudah dalam untuk keperluan pembacaan hasil dapat dipilih beberapa macam tampilan hasil. Tampilan hasil tersebut antara lain : *plot result*, *list result* dan *query result*. Beberapa tampilan tersebut dijelaskan berikut :

1. *Plot result*

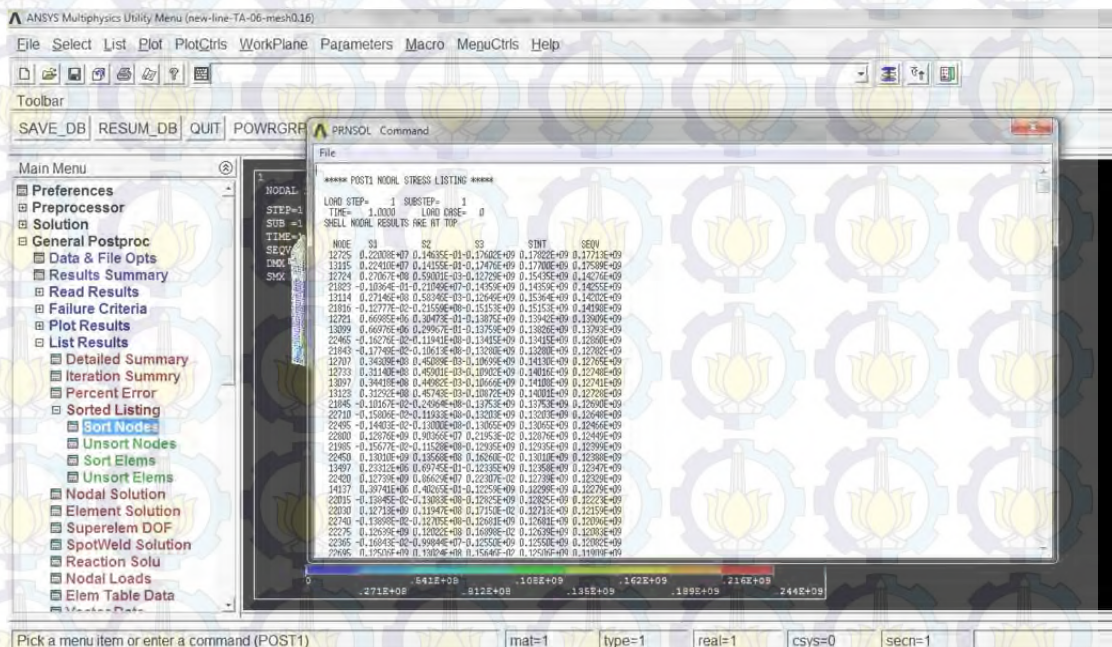
Plot result adalah menampilkan hasil dalam bentuk plot atau pemetaan dengan perbedaan gradasi warna untuk menunjukkan suatu nilai hasil. Contoh hasil *plot result* untuk tegangan *von mises* ditunjukkan dengan gambar dibawah ini.



Gambar 3. 30 Tampilan *plot result*

2. List result

List result adalah menampilkan hasil dalam bentuk list atau daftar dengan nomor nodal dan besarnya nilai dari suatu nilai tegangan misalnya. Contoh hasil *list result* untuk tegangan *von mises* ditunjukkan dengan gambar dibawah ini.



Gambar 3. 31 Tampilan *list result*

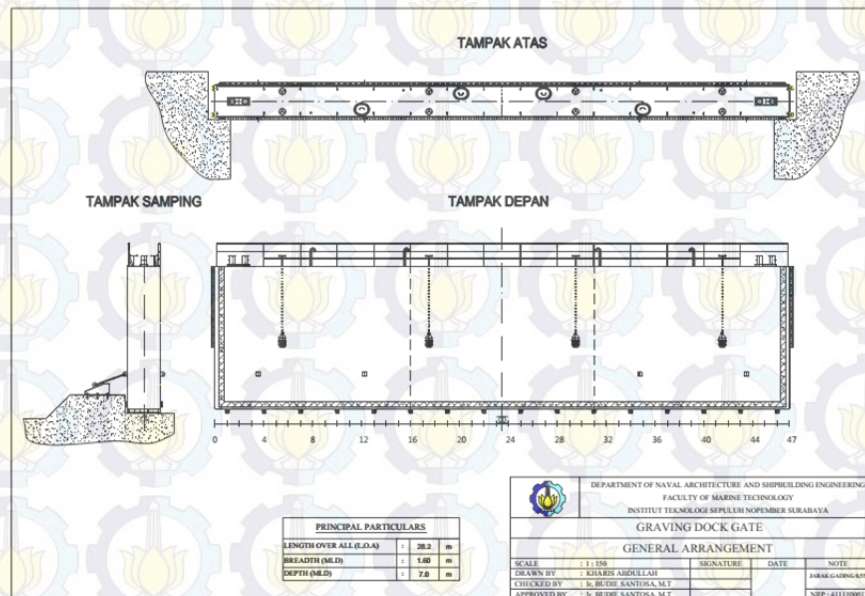
3.7. Perhitungan *Building Cost*

Setelah melakukan proses pada *Finite Element Software*, maka langkah selanjutnya adalah perhitungan *building cost*, dimana pada Tugas Akhir perhitungan *building cost* termasuk meliputi perhitungan biaya baja, *valve*, *coating*, *equipment* dan perhitungan biaya pekerja.

BAB IV ANALISA HASIL

4.1. Pembuatan Desain Awal

Langkah awal yang dilakukan adalah pembuatan rencana umum, dimana proses pembuatan rencana umum ini penulis menggunakan teknik *parent design approach* yang telah dijelaskan pada bab 3. Dengan menggunakan metode inilah penulis menghasilkan ukuran utama awal pintu yang akan dirancang dan juga desain pintu yang telah dimodifikasi. Proses desain yang dilakukan menghasilkan gambar seperti di bawah ini :



Gambar 4. 1 Rencana Umum

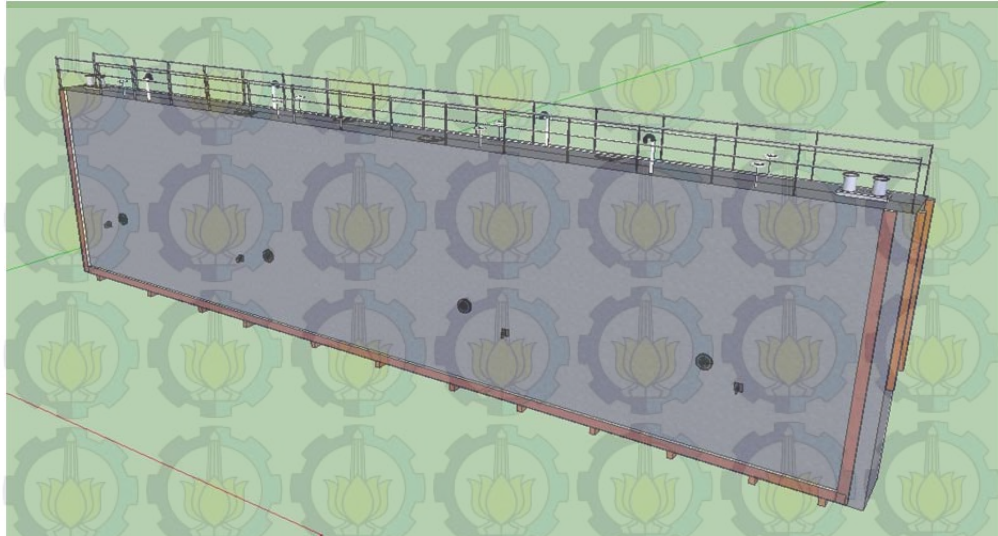
Dimana pintu dock ini memiliki ukuran utama :

Panjang = 28.2 m

Lebar = 1.6 m

Tinggi = 7 m

Untuk mempermudah pemahaman terhadap gambar rencana umum, penulis membuat rencana umum menjadi bentuk tiga dimensi, yang mana gambar tiga dimensi dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 4. 2 Gambar pintu tiga dimensi

Adapun gambar rencana umum dengan variasi jarak gading, penulis meletakkan pada lampiran 1.

4.2.Perhitungan Konstruksi

Setelah melakukan proses desain rencana umum, langkah selanjutnya adalah perhitungan konstruksi yang dibantu dengan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia Volume II *Rules for Hull* (2009).

4.2.1 Tebal Pelat

Perhitungan tebal pelat secara mendetail, penulis meletakkan pada lampiran 2. Adapun tebal pelat pada tiap konstruksi jarak gading, dapat dilihat di bawah ini :

1. Konstruksi Jarak Gading 0.55 m

Tabel 4. 1 Tebal pelat jarak gading 0.55 m

No	Item	Tebal (mm)
1	Pelat Alas	14
2	Pelat Sisi	9
3	Pelat Geladak	7
4	Pelat Sekat	6

2. Konstruksi Jarak Gading 0.60 m

Tabel 4. 2 Tebal pelat jarak gading 0.60 m

No	Item	Tebal (mm)
----	------	------------

1	Pelat Alas	14
2	Pelat Sisi	10
3	Pelat Geladak	7
4	Pelat Sekat	6

3. Konstruksi Jarak Gading 0.65 m

Tabel 4. 3 Tebal pelat jarak gading 0.65 m

No	Item	Tebal (mm)
1	Pelat Alas	14
2	Pelat Sisi	10
3	Pelat Geladak	7
4	Pelat Sekat	6

4. Konstruksi Jarak Gading 0.7 m

Tabel 4. 4 Tebal pelat jarak gading 0.70 m

No	Item	Tebal (mm)
1	Pelat Alas	14
2	Pelat Sisi	11
3	Pelat Geladak	7
4	Pelat Sekat	6

4.2.2 Ukuran Profil

Perhitungan ukuran profil secara mendetail, penulis meletakkan pada lampiran

2. Adapun ukuran profil tiap konstruksi jarak gading dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

1. Konstruksi Jarak Gading 0.55 m

Tabel 4. 5 Profil untuk jarak gading 0.55 m

No	Item	Profil
1	Konstruksi Alas	
	Wrang	$h = 0.6 \text{ m}$, $t = 9 \text{ mm}$
	Center Girder	$h = 0.6 \text{ m}$, $t = 9 \text{ mm}$
2	Konstruksi Lambung/Sisi	
	Senta Sisi	T 400x300x12
	Gading Besar	T 400x300x12
	Pembujur Sisi	I 130x10
3	Konstruksi Geladak	
	Balok	I 75 x 8

	Balok Besar	I 120 x 12
	Penumpu Tengah	I 75 x 10
4	Konstruksi Sekat	
	Penegar	I 130x10
	Penumpu	T 400x300x12

2. Konstruksi Jarak Gading 0.60 m

Tabel 4. 6 Profil untuk jarak gading 0.60 m

No	Item	Profil
1	Konstruksi Alas	
	Wrang	$h = 0.6 \text{ m}, t = 9 \text{ mm}$
	Center Girder	$h = 0.6 \text{ m}, t = 9 \text{ mm}$
2	Konstruksi Lambung/Sisi	
	Senta Sisi	T 400x300x12
	Gading Besar	T 400x300x12
	Pembujur Sisi	I 120x12
3	Konstruksi Geladak	
	Balok	I 75 x 8
	Balok Besar	I 120 x 12
	Penumpu Tengah	I 75 x 10
4	Konstruksi Sekat	
	Penegar	I 120x12
	Penumpu	T 400x300x12

3. Konstruksi Jarak Gading 0.65 m

Tabel 4. 7 Profil untuk jarak gading 0.65 m

No	Item	Profil
1	Konstruksi Alas	
	Wrang	$h = 0.6 \text{ m}, t = 9 \text{ mm}$
	Center Girder	$h = 0.6 \text{ m}, t = 9 \text{ mm}$
2	Konstruksi Lambung/Sisi	
	Senta Sisi	T 400x300x12
	Gading Besar	T 400x300x12
	Pembujur Sisi	I 140x10
3	Konstruksi Geladak	
	Balok	I 75 x 8
	Balok Besar	I 120 x 12

	Penumpu Tengah	I 75 x 10
4	Konstruksi Sekat	
	Penegar	I 140x10
	Penumpu	T 400x300x12

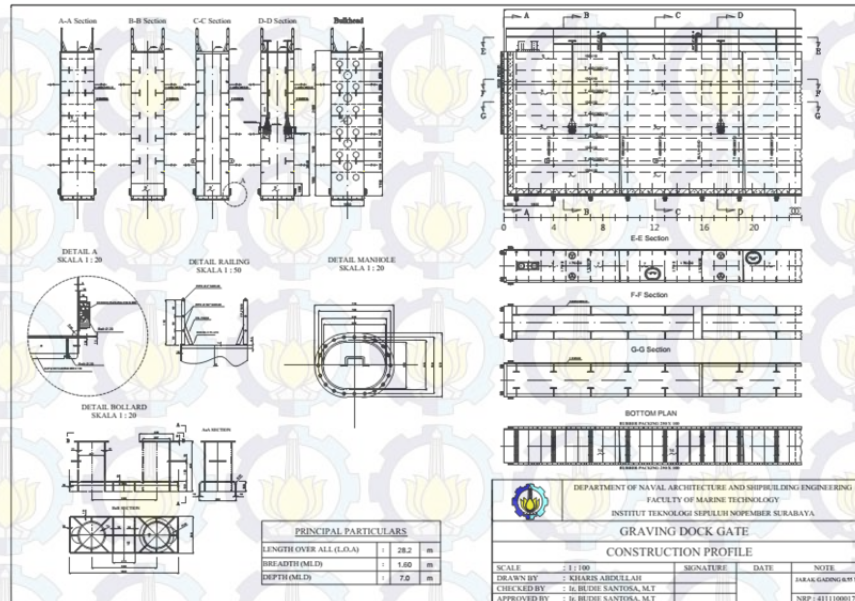
4. Konstruksi Jarak Gading 0.70 m

Tabel 4. 8 Profil untuk jarak gading 0.70 m

No	Item	Profil
1	Konstruksi Alas	
	Wrang	h = 0.6 m, t = 9 mm
	Center Girder	h = 0.6 m, t = 9 mm
2	Konstruksi Lambung/Sisi	
	Senta Sisi	T 400x300x12
	Gading Besar	T 400x300x12
	Pembujur Sisi	I 120x13
3	Konstruksi Geladak	
	Balok	I 75 x 8
	Balok Besar	I 120 x 12
	Penumpu Tengah	I 75 x 10
4	Konstruksi Sekat	
	Penegar	I 120x13
	Penumpu	T 400x300x12

4.2.3 Construction Profile

Setelah melakukan proses perhitungan tebal pelat dan profil maka selanjutnya adalah penggambaran dalam bentuk *contruction profile*. Adapun hasilnya dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 4. 3 Hasil *construction profile*

Untuk ukuran gambar yang lebih besar penulis meletakkan pada lampiran 3.

4.2.4 Berat dan Titik Berat

Perhitungan berat dilakukan setelah menghitung tebal pelat, ukuran profil, dan juga perlengkapan pada pintu. Perhitungan berat dan titik berat secara mendetail, penulis meletakkan pada lampiran 4. Adapun rangkuman berat dan titik berat dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 9 Rangkuman berat dan titik berat

No	Item	Berat (ton)	LCG From Midship (mm)	VCG From BL (mm)
1	Konstruksi Jarak Gading 0.55 m	93.54	0	3108.37
2	Konstruksi Jarak Gading 0.60 m	96.70	0	3164.52
3	Konstruksi Jarak Gading 0.65 m	92.48	0	3025.12
4	Konstruksi Jarak Gading 0.70 m	95.56	0	3015.65

4.3. Perhitungan Stabilitas

Perhitungan stabilitas dilakukan untuk mengetahui bahwa pintu ini stabil ketika beroperasi. Persamaan dari benda terapung dikatakan stabil jika metacenter terletak di atas titik gravitasi. Jarak dari titik gravitasi sampai metacenter, GM, disebut tinggi metacenter, dan bernilai positif ke atas. Kondisi stabil dapat dinyatakan dengan $GM > 0$. Hasil dari

perhitungan stabilitas menunjukkan bahwa ke empat model memiliki GM lebih dari 0 m, sehingga dapat diambil kesimpulan pintu dock memiliki stabilitas yang baik. Perhitungan stabilitas secara rinci atau mendetail penulis meletakkan pada lampiran 5. Adapun rangkuman hasil stabilitas dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 10 Rangkuman nilai GM tanpa beban pekerja

No	Item	GM (m)
1	Konstruksi Jarak Gading 0.55 m	0.406
2	Konstruksi Jarak Gading 0.60 m	0.467
3	Konstruksi Jarak Gading 0.65 m	0.549
4	Konstruksi Jarak Gading 0.70 m	0.627

Dengan adanya pekerja yang bekerja di atas pintu, maka pintu akan mengalami kemiringan dan perubahan nilai GM. Pada perhitungan didapatkan pintu masih memiliki GM yang positif, dan pintu mengalami kemiringan yang cukup kecil. Adapun perhitungan secara mendetail dapat dilihat pada lampiran 5, rangkuman nilai GM dan kemiringan pintu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 11 Nilai GM dan kemiringan pada konstruksi jarak gading 0.55 m

No	Jumlah Pekerja (orang)	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.400	0.074
2	6	0.398	0.112
3	8	0.395	0.150
4	10	0.392	0.189

Tabel 4. 12 Nilai GM dan kemiringan pada konstruksi jarak gading 0.60 m

No	Jumlah Pekerja (orang)	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.462	0.061
2	6	0.460	0.092
3	8	0.457	0.123
4	10	0.455	0.154

Tabel 4. 13 Nilai GM dan kemiringan pada konstruksi jarak gading 0.65 m

No	Jumlah Pekerja (orang)	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.544	0.051
2	6	0.543	0.076

3	8	0.539	0.102
4	10	0.536	0.128

Tabel 4. 14 Nilai GM dan kemiringan pada konstruksi jarak gading 0.70 m

No	Jumlah Pekerja (orang)	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.622	0.042
2	6	0.620	0.064
3	8	0.617	0.085
4	10	0.615	0.107

4.4. Perhitungan Tekanan Hidrostatik

Perhitungan tekanan hidrostatik diperlukan, karena pada saat pintu beroperasi pintu mengalami tekanan dari air laut. Perhitungan tekanan hidrostatik penulis meletakkan pada lampiran 6.

4.5. Konvergensi

Dalam literatur mengenai metode elemen hingga (*FEM*), seringkali disebutkan bahwa akurasi solusi elemen hingga semakin meningkat dengan semakin banyaknya elemen yang digunakan, akan tetapi dengan semakin banyaknya elemen yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan untuk komputasi juga semakin besar. Hal ini diperlukan untuk mengetahui suatu nilai yang mendekati nilai sebenarnya dalam kondisi nyata. Model konstruksi ini terdiri dari banyak mesh yang membentuk struktur pintu. Ukuran mesh yang tepat perlu dicari agar nilai dari hasil perhitungan mendekati kondisi nyata dan kapasitas komputer yang digunakan tetap memadai.

Tahapan-tahapan untuk melakukan konvergensi adalah sebagai berikut :

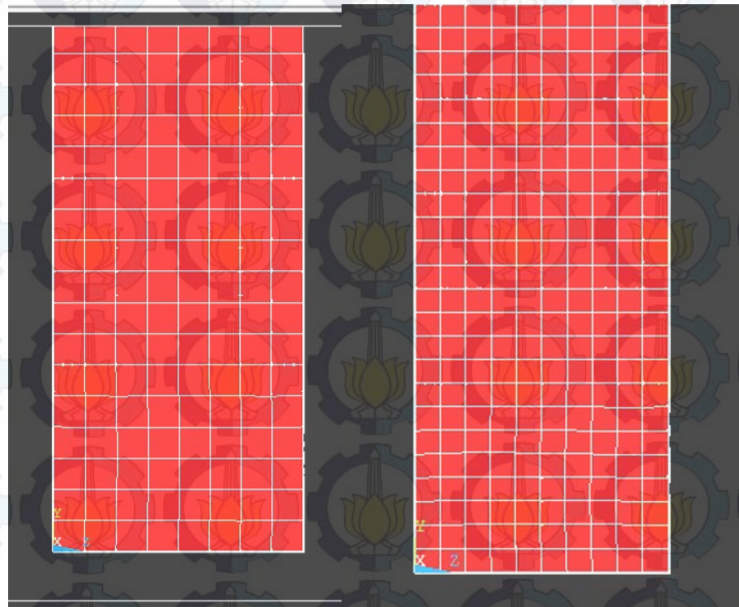
- Pemilihan Ukuran Mesh

Pada pemodelan ini, dilakukan meshing dengan ukuran awal 0,2 m dan selanjutnya mengecil menjadi 0,19 m; 0,18 m; 0,17 m; 0,16 m.

Untuk melakukan perubahan ukuran mesh langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mesh dengan ukuran semula yang telah di-running dan dibaca hasilnya dihapus atau clear. Menghapus mesh ada beberapa pilihan menurut tipe elemen. Pertama yang dihapus adalah mesh untuk area dengan perintah clear. Setelah itu dilanjutkan dengan menghapus elemen garis.
2. Menentukan ukuran mesh baru yang dilakukan sama seperti langkah-langkah pembuatan mesh, namun tidak perlu melakukan mesh attribute.
3. Untuk menentukan ukuran mesh, perlu diketahui bahwa mesh area itu terbagi berdasarkan ukuran mesh pada garis yang mengelilinginya.

Gambar di bawah ini menunjukkan perbedaan geometri ukuran mesh.



Gambar 4. 4 Contoh perbedaan geometri mesh ukuran 0,2 (kiri) dan 0,16 (kanan)

- **Pemilihan Satu Nodal**

Untuk melakukan konvergensi, pembacaan hasil harus pada nodal yang sama. Pada aplikasi ansys, ketika dilakukan re-meshing maka nomor nodal akan berubah. Oleh sebab itu perlu melakukan suatu tanda yang dapat menunjukkan nodal tersebut tempatnya sama dengan yang dianalisa sebelumnya. Pada kasus ini, penulis melakukan pembacaan nodal pada pelat bottom di bawah. Untuk membaca hasil tegangan von mises dilakukan dengan query result.

- **Hasil Tegangan dengan Jumlah Mesh**

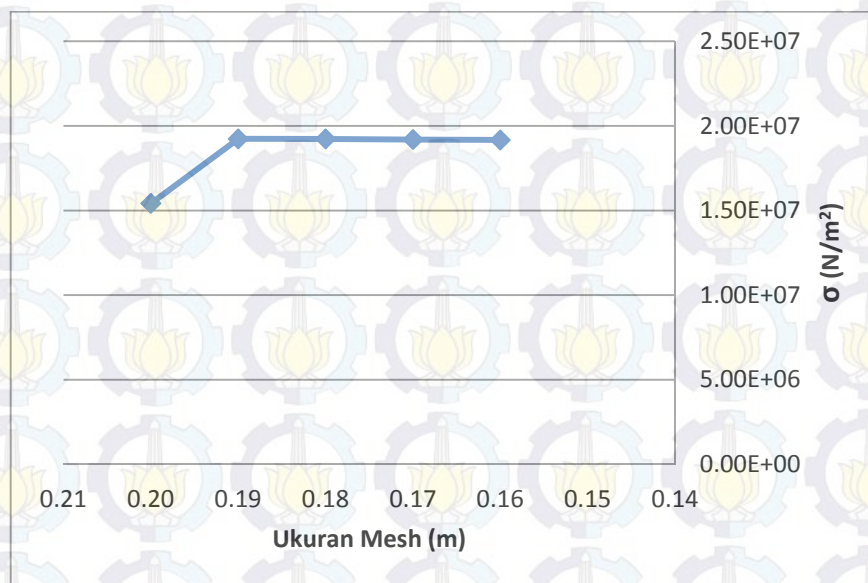
Untuk mengetahui nilai hasil tegangan untuk sebuah nodal dapat menggunakan perintah query result. Untuk mengetahui jumlah mesh atau elemen pada model kita

menggunakan perintah list element atau list nodal. Nantinya akan terlihat berapa jumlah elemen beam dan berapa jumlah elemen shell. Setelah hasil tegangan dan jumlah mesh diketahui, maka disusunlah kedalam grafik. Berikut ini adalah rekapan hasil dalam bentuk tabel dan grafik.

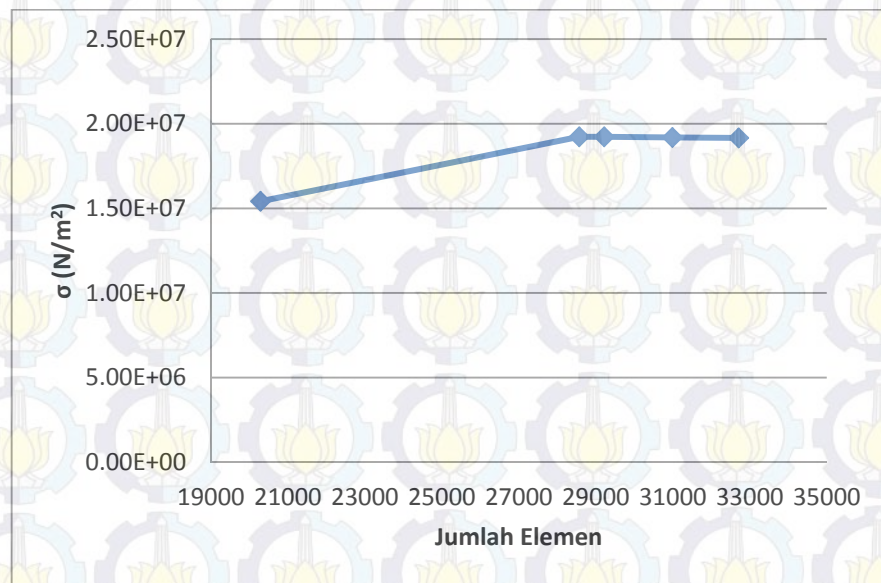
Tabel 4. 15 Ukuran mesh, jumlah elemen dan tegangan von mises

No	Ukuran Mesh (m)	Jumlah Elemen	stress von mises (N/m ²)
1	0.20	20291	1.5415E+07
2	0.19	28569	1.9231E+07
3	0.18	29216	1.9225E+07
4	0.17	30988	1.9188E+07
5	0.16	32711	1.9165E+07

Grafik 4. 1 Perbandingan ukuran mesh dengan tegangan von mises



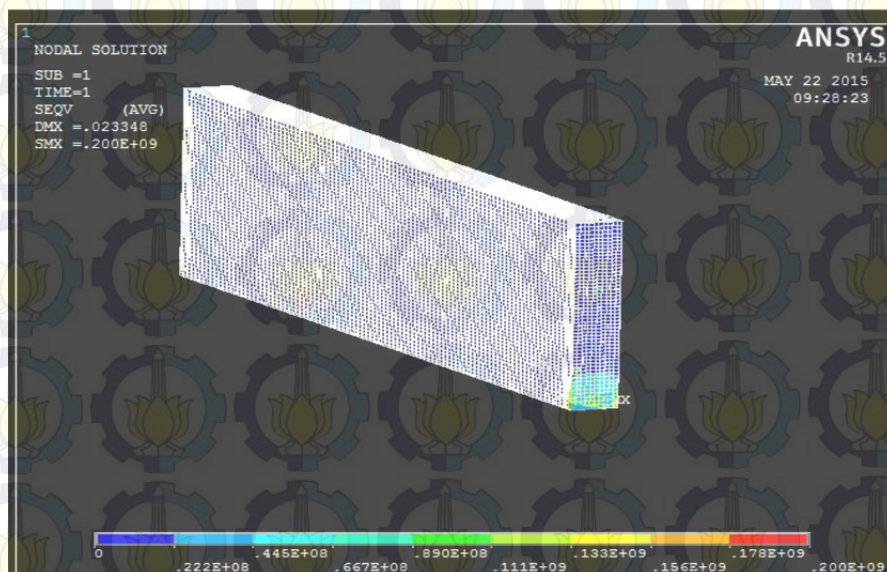
Grafik 4. 2 Perbandingan jumlah elemen dengan tegangan von mises



Sesuai dengan hasil konvergensi yang tertera pada grafik di atas, nilai yang paling optimum untuk analisa model konstruksi mempunyai ukuran meshing 0,16. Karena pada ukuran meshing tersebut perbedaan nilai tegangan sudah sangat kecil dan grafik mendekati konstan. Selain itu kinerja grafis dari pada komputer tidak begitu berat, sehingga mudah untuk proses pengerjaan.

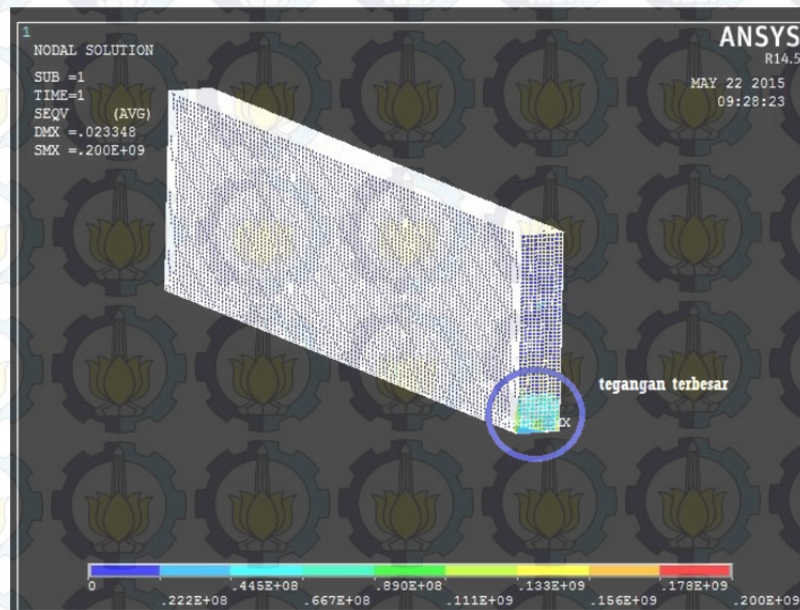
4.6. Perbandingan Hasil Tegangan

Setelah dilakukan perhitungan atau running oleh aplikasi Ansys Mechanical APDL dengan maka didapatkan hasil gambar seperti berikut ini :

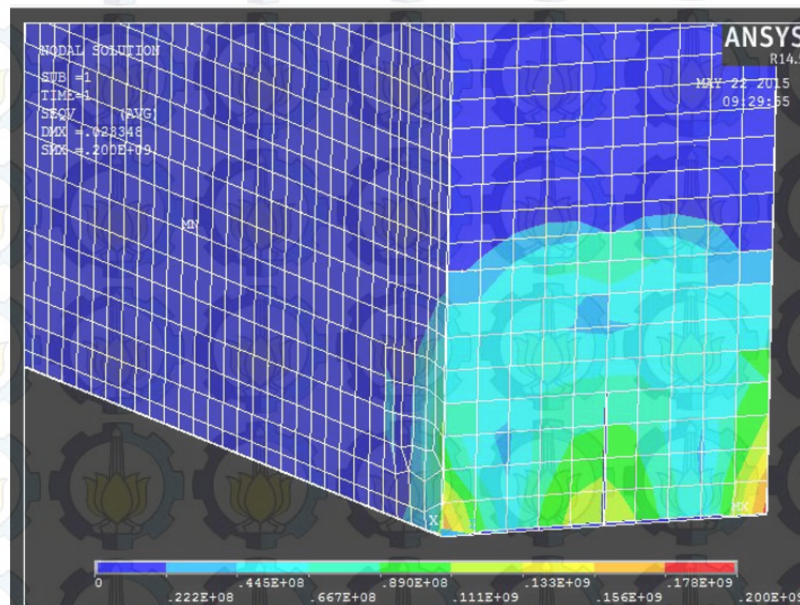


Gambar 4. 5 Plot hasil running pada ansys

Setelah dilakukan pembacaan dan plot terhadap hasil running, terlihat bahwa tegangan terbesar terjadi pada pelat ujung. Berikut adalah gambar letak tegangan terbesar,



Gambar 4. 6 Letak tegangan terbesar



Gambar 4. 7 Letak tegangan yang diperbesar

Adapun setelah dilakukan pembacaan pada *list result* maka hasil daripada masing-masing model dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 16 Hasil tegangan von mises

Jarak Frame (m)	0.55	0.60	0.65	0.7
Tegangan Max (N/m ²)	1.56E+08	1.43E+08	1.32E+08	1.09E+08
Tegangan Max (N/mm ²)	155.84	142.99	132.19	108.58

Pada *rule* Biro Klasifikasi Indonesia Volume II *Rules for Hull* (2009) Section 2.B.1, menyebutkan bahwa “kekuatan normal baja konstruksi lambung adalah suatu baja konstruksi lambung dengan nilai luluh atas minimum R_{eH} 235 N/mm² dan kuat tarik R_m 400 – 520 N/mm². Dan dapat dilihat bahwa hasil *running* pada program menunjukkan masing-masing konstruksi memiliki tegangan di bawah R_{eH} . Dan untuk memudahkan pemahaman maka dibentuklah suatu angka keamanan, dimana angka keamanan (n) ini memiliki rumus :

$$n = \frac{ReH}{Tegangan\ Von\ Mises} \dots\dots\dots (4.6.30)$$

Semakin tinggi nilai n, maka semakin aman konstruksi yang dirancang.

Tabel 4. 17 Tabel angka keamanan

Jarak Frame (m)	0.55	0.60	0.65	0.7
Angka Keamanan (n)	1.51	1.64	1.78	2.16

Dapat dilihat bahwa jarak gading mempengaruhi kekuatan pada pintu dock, dan sesuai tabel di atas konstruksi dengan jarak gading 0.7 m memiliki angka keamanan yang paling tinggi dan konstruksi dengan jarak gading 0.55 m memiliki angka keamanan yang paling rendah.

4.7.Perbandingan *Building Cost*

Perhitungan biaya pembangunan ini meliputi perhitungan biaya baja, *valve*, *coating*, karet *packing*, *equipment* dan perhitungan biaya pekerja. Untuk perhitungan *coating* dan perhitungan kebutuhan anode dapat dilihat pada lampiran 7. Dapat dilihat pada Tabel 4. 18 *building cost* yang paling rendah adalah konstruksi dengan jarak gading 0.65 m dan yang paling tinggi adalah konstruksi dengan jarak gading 0.6 m Adapun perhitungan *building cost* secara rinci penulis meletakkan pada lampiran 8.

Tabel 4. 18 *Building Cost*

No	Jarak Frame (m)	Cost
1	0.55	Rp1,868,912,883
2	0.60	Rp1,908,654,287
3	0.65	Rp1,851,632,859
4	0.70	Rp1,890,140,150

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses desain dan analisa perbandingan model pintu dengan variasi jarak gading, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ukuran utama pintu dock adalah sebagai berikut :
 - L (Panjang) = 28.2 m
 - B (Lebar) = 1.6 m
 - H (Tinggi) = 7.0 m
2. Pintu dengan jarak gading 0.7 m memiliki tegangan maksimum yang paling kecil yaitu 108.58 (N/mm²).
3. Pintu dengan jarak gading 0.65 m memiliki *building cost* yang paling rendah yaitu Rp1,851,632,859.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan pada kajian Tugas Akhir ini adalah :

1. Perlu dilakukan diperhitungkan *fatigue life*, sehingga dapat diketahui *lifetime* daripada pintu dock yang didesain.
2. Pada kondisi pembebanan dapat dilakukan variasi pembebanan, yaitu variasi tinggi air ballas.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSYS,inc. *Ansys Help 14.5*.
- Biro Klasifikasi Indonesia Volume II. *Rules for Hull*. 2009.
- Biran, A.B. *Ship Hydrostatic and Stability*. Oxford: Butterworth-Heinman, 2003.
- Derrett, Captain D.R. *Ship Stability for Masters and Mates*. Oxford: Butterworth-Heinman, 1999.
- eFunda. Failure Criteria: Ductile Materials. 2015. http://www.efunda.com/formulae/solid_mechanics/failure_criteria/failure_criteria_ductile.cfm (diakses Maret 23, 2015).
- en.wikipedia.com. *A36 steel*. 27 Maret 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/A36_steel (diakses April 6, 2015).
- Gere, James M., dan P. Stephen Timoshenko. *Mekanika Bahan Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 1997.
- Hughes, Owen F., dan Jeom Kee Paik. *Ship Structural Analysis and Design*. New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2010.
- Logan, Daryl L. *A First Course in the Finite Element Method, Fourth Edition*. Kanada: Thomson, 2007.
- Madenci, Erdogan, dan Ibrahim Guven. *The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS*. New York: Springer, 2006.
- Nikishkov, G. P. *Introduction To The Finite Element Method*. Aizu-Japan: University of Aizu, 2007.
- Heger, Robert. *Dockmaster's Training Manual*. Holliston : Heger Dry Dock, Inc, 2005.
- Rhodes, Martin. *Ship Stability OO*. Scotlandia : Seamanship International, 2009.
- Rosyid, Daniel Mohammad, dan Dony Setyawan. *Kekuatan Struktur Kapal*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1999.
- Schneekluth, H., dan V. Bertram. *Ship Design for Efficiency and Economy*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.
- Schodek, D. L. *Struktur*. Bandung: PT. Refika Aditama, 1998.

Taggart, Robbert. *Ship Design & Construction*. New Jersey: the Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1980

Tawekal, Ricky Lukman. *Dasar-Dasar Metode Elemen Hingga*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2010.

Timoshenko, Stephen P. *Teori Elastisitas*. Jakarta: Sapdodadi, 1994.

Watson, D. G. M., dan A. W. Gilfillan. *Some Ship Design Methods*. Transactions RINA, 1977.

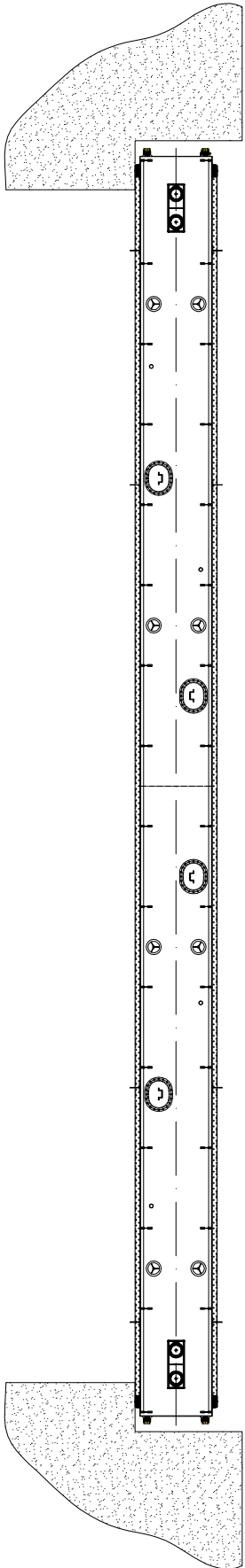
Watson, D. *Practical Ship Design*. Scotland: ELSEVIER.1998.

Weaver, JR William, dan Paul R. Johnston. *Finite Elements for Structural Analysis (Elemen Hingga untuk Analisis Struktur) Terjemahan oleh Markus Rubijanto Kusuma*. Bandung: PT. Eresco, 1993.

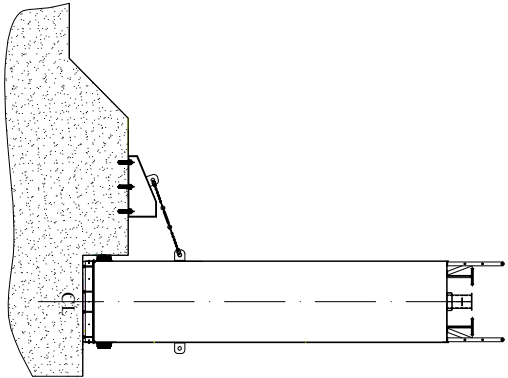
LAMPIRAN 1

Gambar Rencana Umum

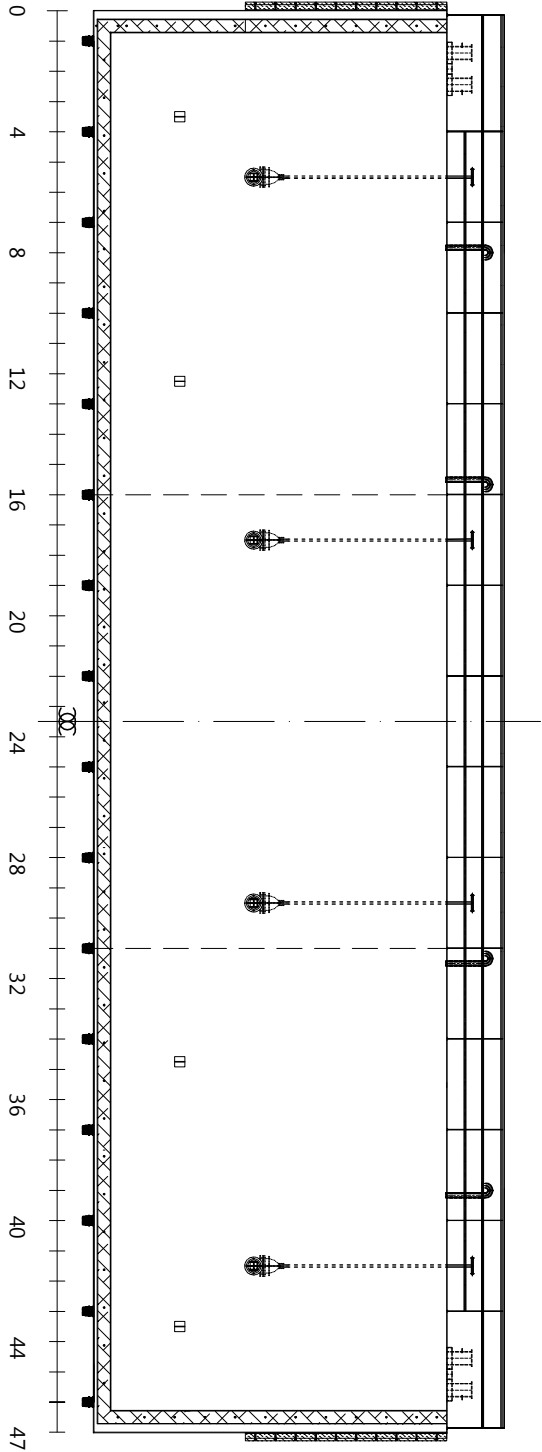
TAMPAK ATAS



TAMPAK SAMPIING



TAMPAK DEPAN



PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m



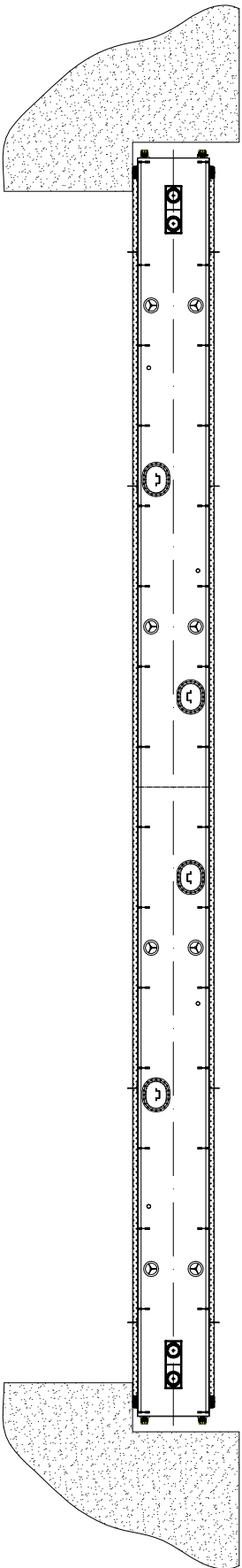
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

GRAVING DOCK GATE

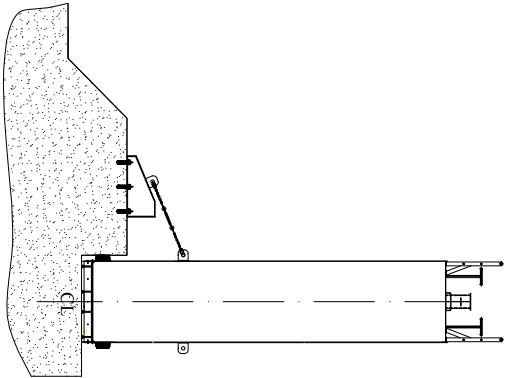
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	:	1 : 150	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	:	KHARIS ABDULLAH			JARAK GADING 0.55
CHECKED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			
APPROVED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			NRP : 41111100017

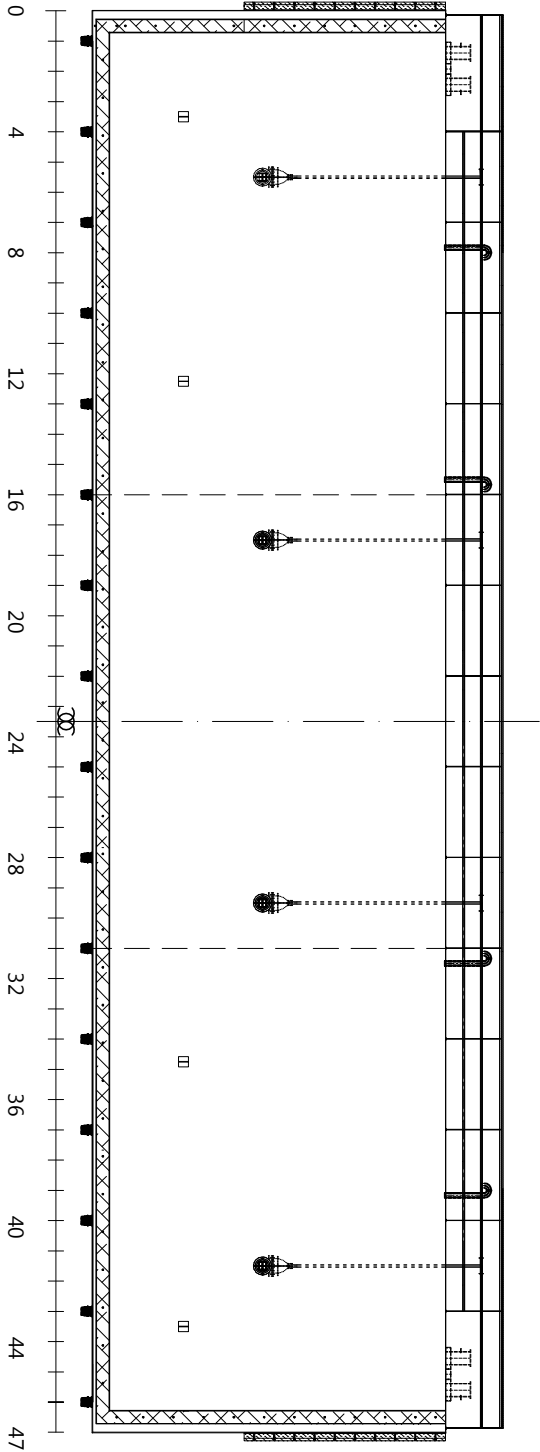
TAMPAK ATAS



TAMPAK SAMPAING



TAMPAK DEPAN



PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m



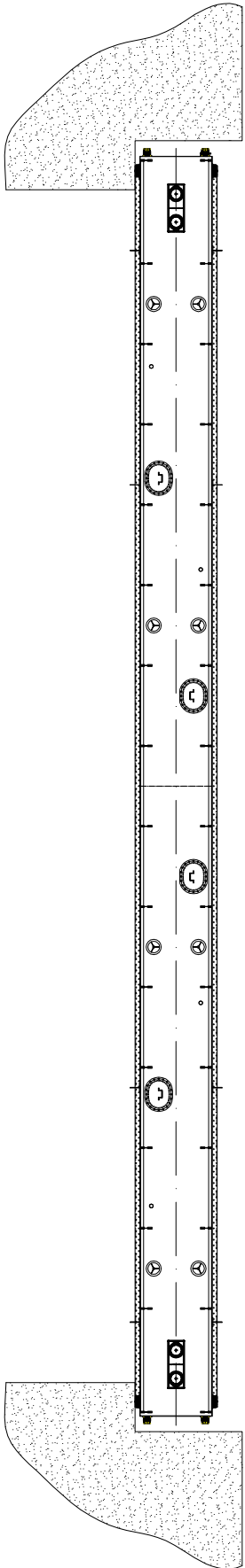
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

GRAVING DOCK GATE

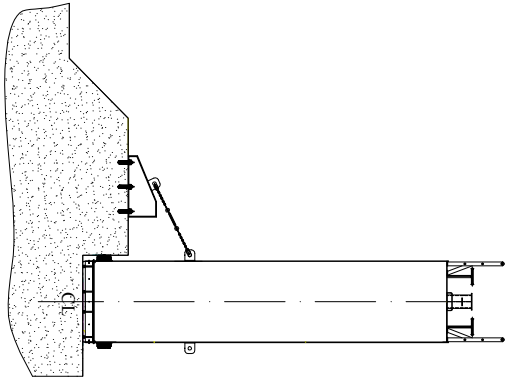
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	:	1 : 150	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	:	KHARIS ABDULLAH			JARAK GADING 0.60
CHECKED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			
APPROVED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			NRP : 41111100017

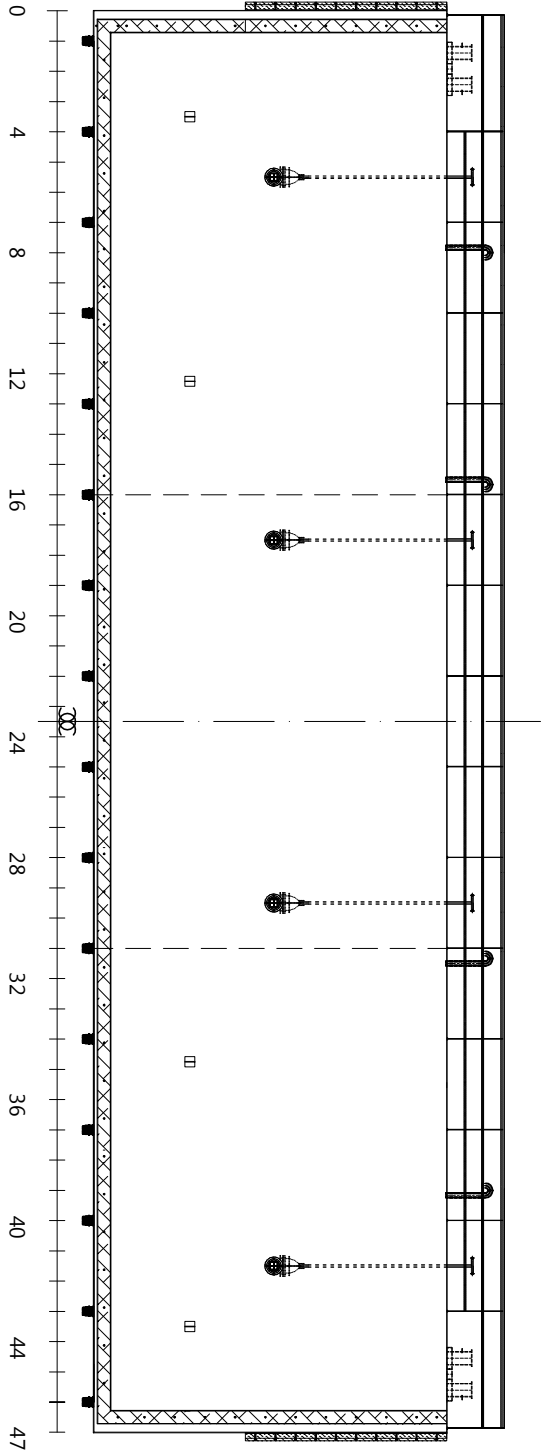
TAMPAK ATAS



TAMPAK SAMPIING



TAMPAK DEPAN



PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m



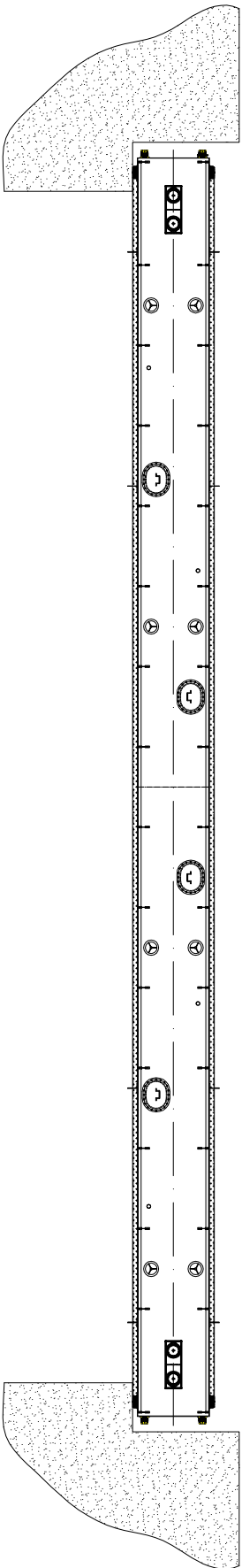
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

GRAVING DOCK GATE

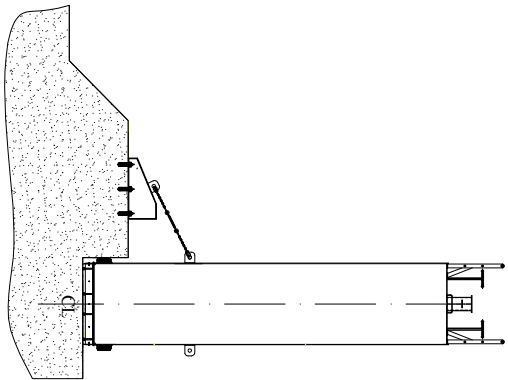
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	:	1 : 150	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	:	KHARIS ABDULLAH			JARAK GADING 065
CHECKED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			
APPROVED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			NRP : 41111100017

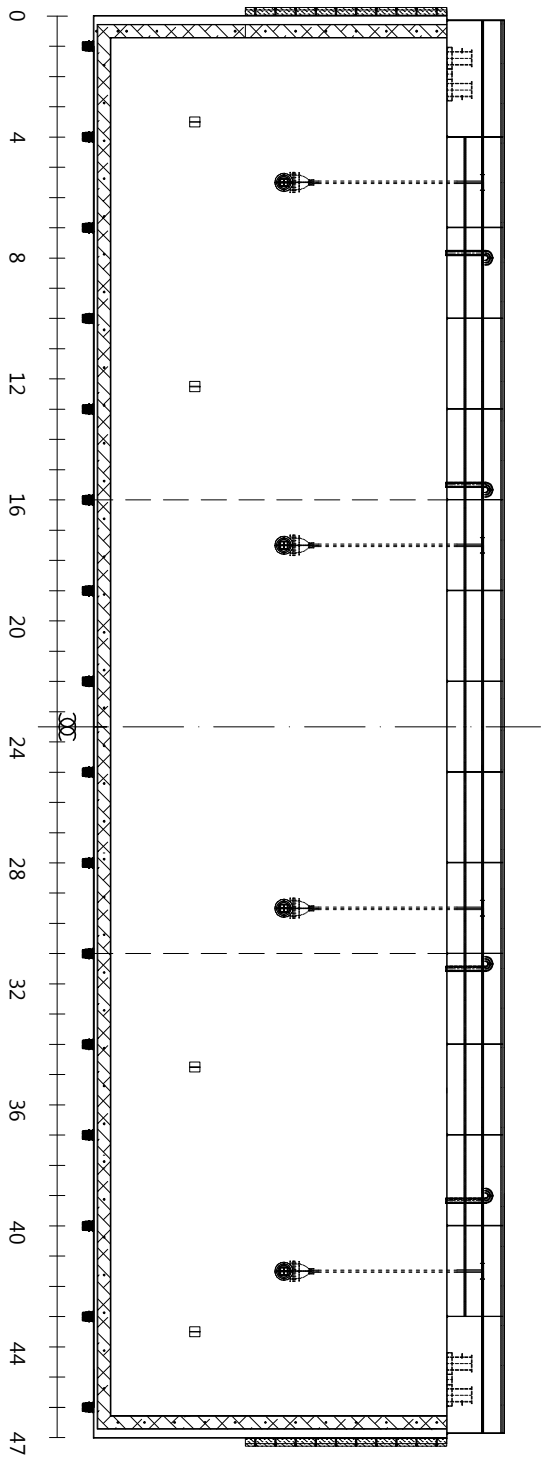
TAMPAK ATAS



TAMPAK SAMPIING



TAMPAK DEPAN



PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

GRAVING DOCK GATE

GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	:	1 : 150	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	:	KHARIS ABDULLAH			JARAK GADING 0.70
CHECKED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			
APPROVED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			NRP : 41111100017

LAMPIRAN 2

Perhitungan Tebal Pelat dan Ukuran Profil

			Perhitungan Konstruksi BKI Volume II Tahun 2009
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA
Sect.	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian
			<u>UKURAN UTAMA</u>
I	H	2.1	<p>Panjang L</p> <p>Panjang L adalah Panjang <i>graving dock gate</i></p> <p>Sehingga :</p> $L = 28.20 \text{ m}$ <p>Lebar adalah jarak terbesar pada <i>gate</i> yang diukur dari kulit bagian dalam.</p> $B = 1.60 \text{ m}$ <p>Tinggi adalah jarak vertikal pada titik tengah panjang L, dari garis dasar ke bagian atas dari balok geladak dibagian sisi geladak menerus yang paling atas.</p> $H = 7.00 \text{ m}$
I	H	2.7	<p>Sarat T</p> <p>adalah jarak vertikal pada titik tengah panjang L, dari garis dasar ke tanda lambung timbul untuk garis muat musim panas.</p> <p>keterangan :</p> <p><i>untuk perhitungan gate, diasumsikan sarat adalah tinggi maksimum permukaan air dihitung dari dasar gate</i></p> $T = 6.50 \text{ m}$
I	H	4	<p>Koefisien Block (Cb)</p> <p>Koefisien blok pada sarat T berdasarkan panjang L adalah</p> $Cb = 1.0 \quad (\text{gate berbentuk kotak})$
I	H	3	<p>Jarak Gading (a)</p> <p>Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.</p> <p>diambil :</p> $a = 0.55 \text{ m}$ $a = 0.60 \text{ m}$ $a = 0.65 \text{ m}$ $a = 0.70 \text{ m}$ <p>keterangan:</p> <p><i>a pada gate dipakai sebagai jarak pembujur, karena menggunakan konstruksi memanjang</i></p>
9	A	6.1.1	<p>Jarak Gading Besar</p> <p>Jarak gading besar diasumsikan sebesar 1.8 m</p>

			Perhitungan Konstruksi BKI Volume II Tahun 2009
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA
Sect	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian
IV	A	2.2	<p align="center"><u>PERENCANAAN BEBAN PADA KAPAL</u></p> <p>Basic External Dynamic Load</p> $P_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \quad [\text{kN/m}^2]$ $C_0 = (L/25 + 4,1) \cdot C_{RW} \quad ; \quad L < 90 \text{ m}$ $= 3,14$ $C_L = (L/90)^{0,5} \quad L < 90 \text{ m}$ $= 0,56$ $C_{RW} = 0,6 \quad \text{Pelayaran terbatas}$ $f = 1 \quad \text{Untuk pelat kulit, geladak cuaca}$ $f = 0,75 \quad \text{Untuk gading biasa, balok geladak}$ $f = 0,6 \quad \text{Untuk gading besar, senta, penumpang}$ <p>maka:</p> $P_0 = 2,1 \times (1,00 + 0,7) \times 3,14 \times 0,56 \times 1$ $= 6,27 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{Untuk pelat kulit, geladak cuaca}$ $P_0 = 2,1 \times (1,00 + 0,7) \times 3,14 \times 0,56 \times 0,75$ $= 4,70 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{Untuk gading biasa, balok geladak,}$ $P_0 = 2,1 \times (1,00 + 0,7) \times 3,14 \times 1 \times 0,6$ $= 3,76 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{Untuk gading besar, senta, penumpang}$ $P_{01} = 2,6 (C_b + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L$ $= 7,761 \quad \text{kN/m}^2$
			<p>IV B 1 Load on Weather Decks (Geladak Cuaca)</p> $P_D = (P_o \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T) \cdot H) \quad [\text{kN/m}^2]$ <p>Harga $C_D = 1$ dimana :</p> <p>Z = jarak vertikal dari pusat beban terhadap base line, untuk beban pada pelat geladak diukur sebagai jarak deck terhadap baseline (H)</p> <p><u>untuk pelat geladak cuaca, pelat panel pilar</u></p> $P_D = (P_o \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T) \cdot H)$ $= 11,09 \quad \text{kN/m}^2$ $P_{D \min} = P_o \cdot 0,7$ $= 4,39 \quad \text{kN/m}^2$ $P_{D \min} = 16 \cdot f$ $= 16,00 \quad \text{kN/m}^2$ <p>Diambil $P_D = 16,00 \quad \text{kN/m}^2$</p> <p><u>untuk balok geladak, penegar geladak</u></p> $P_D = (P_o \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T) \cdot H)$ $= 8,32 \quad \text{kN/m}^2$ $P_{D \min} = P_o \cdot 0,7$ $= 3,29 \quad \text{kN/m}^2$ $P_{D \min} = 16 \cdot f$

IV	B	2.1	$= 12.00 \text{ kN/m}^2$ <p>Diambil PD = 12.00 kN/m²</p> <p><u>untuk balok besar, penumpu geladak</u></p> $P_D = (P_o \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T)H)$ $= 6.65 \text{ kN/m}^2$ $P_{D \min} = P_o \times 0.7$ $= 2.63 \text{ kN/m}^2$ $P_{D \min} = 16 \times f$ $= 9.60 \text{ kN/m}^2$ <p>Diambil PD = 9.60 kN/m²</p> <p>Load on Ship's Sides (Sisi Kapal) Z = Jarak vertikal dari tengah sambungan pelat terhadap baseline (untuk Konstruksi memanjang)</p> <p>Harga C_F = 1</p> <p>Harga Z</p> <p><u>untuk pelat sisi</u></p> $\text{utk } Z = 0.75 \text{ m} \qquad Y_1 = 0.80 \text{ m}$ $P_s = 10 (T - Z) + P_o \times C_F \times (1 + Z / T)$ $= 10 (6.50 - 0.75) + 6.27 \times 1. \times (1 + 0.75/6.50)$ $= 64.49 \text{ kN/m}^2$ $P_{s1} = 10 (T - z) + P_o1 [1 + (z/T) (2 - (z/T))] \times 2 (lyl/B)$ $= 10 (6.50 - 0.75) + 7.76 \times (1 + (0.75/6.50) \times (2 - (0.75/6.50))) \times 2 (0.80/1.60)$ $= 66.95 \text{ kN/m}^2$ <p><u>untuk gading besar</u></p> $Z = 3.50 \text{ m} \qquad Y = 0.80 \text{ m}$ $P_s = 10 (T - Z) + P_o \times C_F \times (1 + Z / T)$ $= 10 (6.50 - 3.50) + 3.76 \times 1.0 \times (1 + 3.50/6.50)$ $= 35.79 \text{ kN/m}^2$ $P_{s1} = 10 (T - z) + P_o1 [1 + (z/T) (2 - (z/T))] \times 2 (lyl/B)$ $= 10 (6.50 - 3.50) + 7.76 \times (1 + (3.50/6.50) \times (2 - (3.50/6.50))) \times 2 (0.80/1.60)$ $= 43.87 \text{ kN/m}^2$ <p><u>untuk pembujur</u></p> $\text{utk } Z_1 = 1.15 \text{ m} \qquad Y_1 = 0.80 \text{ m}$ $P_s = 10 (T - Z) + P_o \times C_F \times (1 + Z / T)$
			IX

			$= 10 (6.50 - 1.15) + 4.70 \times 1.0 \times (1 + 1.15/6.50)$ $= 59.03 \quad \text{kN/m}^2$
			$P_{s1} = 10 (T - z) + P_{o1} [1 + (z/T) (2 - (z/T))] * 2 (lyl/B)$ $= 10 (6.50 - 1.15) + 7.76 \times (1 + (1.15/6.50) \times (2 - (1.15/6.50)) \times 2 (0.80/1.60)$ $= 63.76 \quad \text{kN/m}^2$
IV	B	3	Load on Ship's Bottom (Dasar Kapal) $P_B = 10 \cdot T + P_o \cdot C_F$ $P_{B1} = 10 \cdot T + P_{o1} \cdot 2 \cdot y/B$ <p>untuk pelat alas</p> $P_B = 10 \times 6.50 + 6.27 \times 1.0$ $= 71.27 \quad \text{kN/m}^2$ $P_{B1} = 10 \times 6.50 + 7.76 \times 2 \times 0.8 / 1.6$ $= 72.76 \quad \text{kN/m}^2$
XI	B	1.3	Beban Pada sekat melintang beban pada sekat melintang ditentukan dengan rumus $P = 9.81 h$ dimana h= jarak titik berat terhadap 1 meter diatas geladak [main deck] (untuk kulit pelat diukur dari yang paling bawah - konst.melintang) h = jarak titik berat terhadap 1 meter diatas geladak [main deck] (untuk Profil diukur dari tengah profil - konstruksi melintang) <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> # untuk penegar $h = 5.85 \quad \text{m}$ $P = 9.81 \times 5.85$ $= 57.389 \quad \text{kN/m}^2$ </div> <div> # untuk pelat $h1 = 6.25 \quad \text{m}$ $P = 9.81 \times 6.25$ $= 61.313 \quad \text{kN/m}^2$ </div> </div>

Load on Ship's Sides (Sisi Kapal)**untuk pelat sisi**

No	Jarak Gading (m)	Z (m)	Y1 (m)	Ps (kN/m ²)	Ps1 (kN/m ²)
1	0.55	0.75	0.8	64.49	66.95
2	0.60	0.75	0.8	64.49	66.95
3	0.65	0.75	0.8	64.49	66.95
4	0.70	0.75	0.8	64.49	66.95

untuk gading besar

No	Jarak Gading (m)	Z (m)	Y1 (m)	Ps (kN/m ²)	Ps1 (kN/m ²)
1	0.55	3.50	0.8	35.79	43.87
2	0.60	3.50	0.8	35.79	43.87
3	0.65	3.50	0.8	35.79	43.87
4	0.70	3.50	0.8	35.79	43.87

untuk pembujur

No	Jarak Gading (m)	Z (m)	Y1 (m)	Ps (kN/m ²)	Ps1 (kN/m ²)
1	0.55	1.15	0.8	58.74	63.76
2	0.60	1.20	0.8	58.24	63.36
3	0.65	1.25	0.8	58.74	62.96
4	0.70	1.30	0.8	58.74	62.55

Load on Ship's Bottom (Dasar Kapal)

No	Jarak Gading (m)	P _B (kN/m ²)	P _{B1} (kN/m ²)
1	0.55	71.27	72.76
2	0.60	71.27	72.76
3	0.65	71.27	72.76
4	0.70	71.27	72.76

Beban Sekat

No	Jarak Gading (m)	Beban Penegar (kN/m ²)	Beban Pelat (kN/m ²)
1	0.55	57.39	61.31
2	0.60	56.90	61.31
3	0.65	56.41	61.31
4	0.70	55.92	61.31

			Perhitungan Konstruksi BKI Volume II Tahun 2009
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian
			<u>PERENCANAAN TEBAL PELAT</u>
VI	A	2	<p>Perencanaan Tebal Pelat</p> <p>Keterangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> k = Faktor material berdasarkan section 2.B.2 k = 1 P_B = Beban alas P_S = Beban sisi nf = 1 Untuk Konstruksi melintang nf = 0.83 Untuk Konstruksi memanjang s Perm = 230/k (N/m²), untuk L ≥ 90 m sLB = Bending stress max pada hull girder sLB = 120/k (N/m²) untuk pendekatan awal a = jarak gading = 0.55 m t_k = 1.5 untuk t' < 10 mm t_k = $\frac{0.1 \cdot t'}{k^{0.5}} + 0.5$ untuk t > 10 mm (max 3 mm)
VI	B	1.2	<p>Bottom Plating (Pelat Alas)</p> <p>Tebal pelat alas kapal dengan panjang L < 90m</p> <p>Tebal diambil terbesar dari rumus :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{B1} = 1,9 \cdot nf \cdot a (P_B k)^{0,5} + t_K$ [mm] </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{B2} = 1,21 \cdot a (P_B k)^{0,5} + t_K$ [mm] </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $a = 0.75$ m </div> <p><u>Tebal minimum pelat alas</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{B1} = (1.5 - 0,01 \cdot L) \times (L \cdot k)^{0.5}$ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $= (1.5 - 0,01 \times 27) \times (28.2 \cdot 1)^{0.5}$ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $= 6.47$ mm </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $P_B = 72.76$ kN/m² </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $\# \quad t_{B1} = 1,9 \cdot nf \cdot a (P_B k)^{0,5} + t_K$ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $= 12.16$ + t_K </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_k = 1.72$ mm untuk t' > 10 mm </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{B1} = 12.16 + 1.72$ mm </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{B1} = 13.87$ mm </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $\# \quad t_{B2} = 1,21 a (P_B k)^{0,5} + t_K$ mm </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $= 7.74$ + t_K </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_k = 1.50$ mm untuk t' < 10 mm </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{B2} = 7.74 + 1.50$ mm </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{B2} = 9.24$ mm </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $\text{maka } t_B = 13.87$ mm (diambil yang terbesar) ≈ 14 mm </div>
VI	C	1.2	<p>Side Shell Plating (Tebal Pelat Sisi)</p> <p>Tebal pelat alas kapal dengan panjang L < 90m</p> <p>Tebal diambil terbesar dari rumus :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{S1} = 1,9 \cdot nf \cdot a (\sqrt{P_s \cdot k}) + t_k$ [mm] </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> $t_{S2} = 1,21 \cdot a (\sqrt{P_s \cdot k}) + t_k$ [mm] </div>

VII	A	7	<p>dimana,</p> <p>Tebal minimum pelat sisi</p> $t_{min} = (1.5 - 0.01.L) \times (L.k)^{0.5} \text{ untuk } L < 50 \text{ m}$ $= (1.5 - 0.01 \times 27) \times (0.01)^{0.5}$ $= 6.47 \text{ mm}$ $P_s = 66.95 \text{ kN/m}^2$ $\# t_{s1} = 1.9 \cdot n.f. \cdot a \cdot (\sqrt{P_s \cdot k}) + t_k \text{ [mm]}$ $= 7.10 + t_k$ $t' = 7.10 \text{ mm, } t' < 10 \text{ mm}$ <p>sehingga $t_k = 1.50 \text{ mm}$</p> <p>jadi, $t_{s1} = 7.10 + 1.50 \text{ mm}$</p> $= 8.60 \text{ mm}$ $\# t_{s2} = 1.21 \cdot a \cdot (\sqrt{P_s \cdot k}) + t_k$ $= 5.45 + t_k$ $t' = 5.45 \text{ mm, } t' < 10 \text{ mm}$ <p>sehingga $t_k = 1.50 \text{ mm}$</p> <p>jadi, $t_{s2} = 5.45 + 1.50 \text{ mm}$</p> $= 6.95 \text{ mm}$ <p>diambil yang terbesar, yaitu: $t_s = 8.60 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$</p>
			<p>Tebal Pelat Geladak</p> <p>tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:</p> $t_{E1} = 1.21 \cdot a \cdot \sqrt{P_D \cdot k} + t_k$ $t_{Emin} = (5.5 + 0.02L) \sqrt{k}$ $t_{min} = (4.5 + 0.05L) \sqrt{k}$ $a = 0.75 \text{ m}$ <p>dimana,</p> <p>P_D = Beban pada geladak cuaca</p> $P_D = 9.60 \text{ kN/m}^2$ $\# t_{E1} = 1.21 \cdot a \cdot \sqrt{P_D \cdot k} + t_k$ $= 1.21 \times 0.6 \times (9.60 \times 1)^{0.5} + t_k$ $= 2.81 + t_k$ $t' = 2.81 \text{ mm, } t' < 10 \text{ mm}$ <p>sehingga $t_k = 1.50 \text{ mm}$</p> $t_{E1} = 2.81 + 1.50 \text{ mm}$ $= 4.31 \text{ mm}$ $\# t_{Emin} = (5.5 + 0.02L) \sqrt{k}$ $= (5.5 + 0.02 \times 28.20) (1)^{0.5}$ $= 6.06 \text{ mm}$ <p>diambil yang terbesar</p> $t = 6.06 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}$
			<p>Tebal Pelat Sekat</p> <p>tebal pelat sekat dihitung dengan rumus</p> $t = C_p \cdot a \cdot \sqrt{P} + t_k \text{ [mm]}$ <p>dimana:</p> $C_p = 1.1 \sqrt{f} \text{ untuk ceruk haluan}$ $C_p = 0.9 \sqrt{f} \text{ selain ceruk haluan}$ $a = 0.6 \text{ m}$ <p>tebal pelat minimum</p>
XI	B	2	

			$t_{\min} = 6,0 \sqrt{f}$ $t_{\min} = 6.5 + 0.02L$	<p>untuk ruang muat, tangki bahan bakar</p> <p>dimana,</p> $f = 235/R_{eH}$ $= 235/235$ $= 1$ <p>$C_p = 0.9$</p> <p>$P (h1) = 61.31 \quad [\text{kN/m}^2]$</p> <p>maka:</p> $t = C_p \cdot a \cdot \sqrt{P} + t_k \quad [\text{mm}]$ $= 4.23 + t_k$ <p>$t' = 4.23 \quad \text{mm, } t' < 10 \text{ mm}$</p> <p>sehingga $t_k = 1.50 \quad \text{mm}$</p> <p>jadi, $t = 5.73 \quad \text{mm}$</p> $t_{\min} = 6,0 \sqrt{f}$ $= 6.0 \quad \text{mm}$ <p>diambil yang terbesar, yaitu:</p> $t = 6.00 \quad \text{mm} \approx 6 \quad \text{mm}$
--	--	--	---	--

Bottom Plating (Pelat Alas)

No	Jarak Gading (m)	t_{B1} (mm)	t_{B2} (mm)	Tebal Pelat (mm)
1	0.55	13.87	9.24	14
2	0.60	13.87	9.24	14
3	0.65	13.87	9.24	14
4	0.70	13.87	9.24	14

Side Shell Plating (Tebal Pelat Sisi)

No	Jarak Gading (m)	t_{S1} (mm)	t_{S2} (mm)	Tebal Pelat (mm)
1	0.55	8.60	6.95	9
2	0.60	9.24	7.44	10
3	0.65	9.89	7.94	10
4	0.70	10.53	8.43	11

Tebal Pelat Geladak

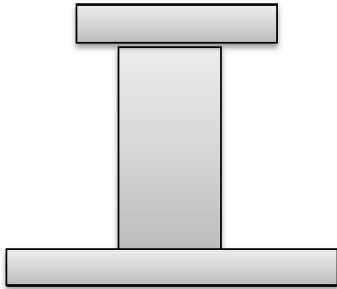
No	Jarak Gading (m)	t_{E1} (mm)	$t_{E2 \text{ min}}$ (mm)	Tebal Pelat (mm)
1	0.55	4.31	6.06	7
2	0.60	4.31	6.06	7
3	0.65	4.31	6.06	7
4	0.70	4.31	6.06	7

Tebal Pelat Sekat

No	Jarak Gading (m)	t (mm)	t_{min} (mm)	Tebal Pelat (mm)
1	0.55	5.73	6.00	6
2	0.60	5.73	6.00	6
3	0.65	5.73	6.00	6
4	0.70	5.73	6.00	6

			Perhitungan Konstruksi BKI Volume II Tahun 2009
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian
			<u>PERHITUNGAN KONSTRUKSI</u>
VIII	B		KONSTRUKSI ALAS
		2.2.1	Plates Floor Tinggi minimum : $h_{\min} = 180 \text{ mm}$ $h = 55.B - 45 \text{ mm}$ $= 55.1,6 - 45$ $= 43.00 \text{ mm}$ Diambil = 600.0 mm Modulus tidak boleh kurang dari : $W = c.T.e.\ell^2 \text{ [cm}^3\text{]}$ $= 28.1 \text{ cm}^3$ $c = 4.5$ $T = 6.5 \text{ m}$ $e = 0.6$ $\ell = 1.6 \text{ m}$ Tebal web tidak boleh kurang dari : $t = h/100 + 3 \text{ mm}$ $= 9.0 \text{ mm}$
VIII	B	2.2	Center Girder (Penumpu Tengah) Tinggi dari penumpu tengah sama dengan tinggi plate floors. $h = 600.0 \text{ mm}$ Tebal web tidak boleh kurang dari : $t_w = 0.07L + 5.5 \text{ mm}$ $= 7.5 \text{ mm}$ tebal web diambil sama dengan tebal web plate floor = 9.0 mm Luas face plate tidak boleh kurang dari : $A_f = 0.7L + 12 \text{ cm}^2$ $= 31.74 \text{ cm}^2$
		3.1	Perhitungan Pembujur secara Umum Modulus penampang pembujur tidak boleh kurang dari : $W = (83,3/\sigma_{pr}).m.a.l^2.P \text{ [cm}^3\text{]}$ $\sigma_{pr} = 150/k$ Dimana : $m = (m_k^2 - m_a^2) ; m > (m_k^2/2) \quad a_k = 90^\circ$ $m_k = 1 - [(I_{KI} + I_{KJ}) / (10^3 . I)]$ $m_a = 0,204.(a/\ell)[4 - (a/\ell)^2] : a/\ell \leq 1$
IX	B		

		<p> $l_K = h_s + 0,3.h_b + (1/c_1) \leq (l_b + h_s)$ $C_1 = [(1/(l_b - 0,3.h_b) + (c_2(l_b - 0,3.h_b)/h_e^2)]$ untuk $l_b \leq 0,3.h_b$, $(1/c_1)=0$ </p> <p> Untuk pembujur di bawah netral absis ditentukan rumus: Untuk pembujur di atas netral absis ditentukan rumus </p> <p> $s_{pr} = s_{perm} + s_{LB} - z.(s_{LB} + s_{LD})/H$ Ditentukan $s_{LD} = s_{Lmax}$; $s_{LB} = 0,8 s_{Lmax}$ (s_{Lmax} dihitung pada bab 5.E.4) $s_{Lmax} = (6/7) s_p$ Dimana, $s_p = cs. s_{po}$; $s_{po} = 175/k$ $cs = 0.50 + 5/3. x/L$ untuk $x/L < 0,3 = 1$ $s_p = 175 \text{ N/mm}^2$ $s_{Lmax} = (6/7) s_p = 150 \text{ N/mm}^2$ Maka: $s_{LD} = s_{Lmax} = 150 \text{ N/mm}^2$ $s_{LB} = 0,8 s_{Lmax} = 120 \text{ N/mm}^2$ $s_{perm} = [0,8 + L/450] 230/k$ $= 198.41 \text{ N/mm}^2$ $s_{perm max} = 230/k \text{ N/mm}^2$ $= 230 \text{ N/mm}^2$ </p> <p>KONSTRUKSI LAMBUNG</p> <p>IX A 5.3.1 Pelintang Sisi (Side Transverse/Web Frame)</p> <p>Modulus Pelintang sisi tidak boleh kurang dari :</p> <p>$W = 0,55.e .l^2.p_s.k .n \quad [cm^3]$</p> <p>dimana,</p> <p> a = jarak antar gading biasa e = jarak pelintang (gading besar) l = panjang gading (unsupported span) $P_s = 10 (T - z) + P_o \times C_f \times (1 + z / T)$ untuk $z < T$ $P_s = 20 \times P_o \times C_f / (10 + z - T)$ untuk $z > T$ dimana: $T = 6.50 \text{ m}$ z = jarak titik berat profil terhadap base line $P_o = 3.76 \text{ KN/m}^2$ $C_f = 1$ $k = 1$ $n = 1$ (jika jumlah cross ties=0) </p> <p><u>Gading Besar</u></p> <p> $a = 0.55 \text{ m}$ $e = 1.8 \text{ m}$ $l = 7 \text{ m}$ $z = 3.50 \text{ m}$ </p>
--	--	--

			$P_s = 10 (T - Z) + P_o \times C_f \times (1 + Z / T)$ $= 35.79 \quad \text{KN/m}^2$ <p>Sehingga :</p> $W = 0,55 \cdot e \cdot l^2 \cdot p_s \cdot k \cdot n \quad [\text{cm}^3]$ $= 0.55 \times 1.80 \times 7.00^2 \times 35.79 \times 1 \times 1$ $= 1735.99 \quad \text{cm}^3$ <p>desain profile gading besar</p> $W = 1735.99 \quad \text{cm}^3$ <p>Perancangan profil (BKI 2006 bab 3)</p> $l/e = 3.89$ $em_1 = 0.900 \quad (\text{interpolasi})$ <p>lebar efektif = $em_1 \times e = 1620 \quad \text{mm}$</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> $\begin{array}{l} 300 \quad \times \quad 12 \\ 400 \quad \times \quad 12 \\ 1620 \quad \times \quad 12 \end{array}$ </div> </div> $\begin{array}{ll} F = 1620 \times 12 & 19440 \\ f = 300 \times 12 & 3600 \\ f_s = 400 \times 12 & 4800 \\ f/F = 0.19 & ; h = 400 \\ f_s/F = 0.25 & \\ w = 0.26 & (\text{dari grafik modulus section BKI 2006 Annex A12}) \\ W = w \cdot F \cdot h & \\ = 2021.76 \quad \text{cm}^3 & (\text{Memenuhi}) \\ A_{w1} = 0,05 \cdot e \cdot l \cdot p \cdot k & \\ = 22.55 \quad \text{cm}^2 & \\ A_{web} = 48 \quad \text{cm}^2 & \\ A_{web} > A_{w1} & (\text{Memenuhi}) \end{array}$ <p>Profil pelintang sisi (gading besar) adalah:</p> <p>Modulus : $2021.76 \quad \text{cm}^3$</p> <p>Profile : T 400x300x12</p>
9	B	3.1	<p>Modulus Penampang Pembujur Sisi</p> <p>Modulus Penampang Pembujur Sisi tidak boleh kurang dari:</p> $W = c \cdot m \cdot a \cdot l^2 \cdot P$ <p>dimana:</p> <p>P = Beban Pembujur sisi = P_s</p> $P_s = 10 (T - z) + P_o \times C_f \times (1 + z / T); \text{ di bawah garis air}$ $P_s = 20 \times P_o \times C_f / (10 + z - T); \text{ jika z di atas garis air}$ $T = 6.5 \quad \text{m}$ $c = 83.3/\text{spr}$
			$\text{spr} = \text{sperm-sLB} + z \cdot (\text{sLB} + \text{sLD}) / H \quad [\text{N/mm}^2]$

			$s_{LD} = 150 \text{ N/mm}^2$ $s_{LB} = 120 \text{ N/mm}^2$ $s_{perm} = 198 \text{ N/mm}^2$ $s_{permmax} = 230 \text{ N/mm}^2$ $H = 7.00 \text{ m}$ <p> a = jarak gading ℓ = panjang pembujur $m = (m_k^2 - m_a^2) ; m > (m_k^2/2)$ dimana $m_k = 1 - S[(l_k/l)\sin^2 \alpha_k]$ $l_k = 0$ $\alpha_k = 90$ $m_k = 1$ $m_a = 0,204 \cdot (a/\ell)[4 - (a/\ell)^2] : a/\ell \leq 1 = 0.187808$ $= 0 \quad a/\ell > 1$ $m = m_k^2 - m_a^2$ $m = 0.965 > m_k^2/2$ $m = 0.965$ </p> <p>Pembujur</p> $a = 0.55 \text{ m} \quad a/\ell = 0.305556$ $\ell = 1.8 \text{ m}$ $P_s = 59.033 \text{ kN/m}^2 \quad P_{s1} = 63.76 \text{ kN/m}^2$ $s_{pr} = s_{perm} - s_{LB} + z \cdot (s_{LB} + s_{LD})/H \text{ [N/mm}^2]$ $= 198 - 120 + 59.033 \times (120 + 150)/7.00$ $= 2355.404 \text{ N/mm}^2$ $s_{prmax} = 150 \text{ N/mm}^2$ <p>maka $c = 83.3 / 150.000$ $c W_{min} = 83 / (s_{permmax} - I s_L I)$</p> $= 0.555$ $= 0.361$ $m_a = 0,204 \cdot (a/\ell)[4 - (a/\ell)^2] : a/\ell \leq 1$ $= 0.244$ nilai $s_L = 0$ karena pada sisi $m = m_k^2 - m_a^2$ $= 0.94$ <p>sehingga,</p> $W = c m a \ell^2 P$ $= 54.955 \text{ cm}^3$ $W_{min} = 38.573 \text{ cm}^3$ <p>maka $W = 54.955 \text{ cm}^3$</p> <p>Pemilihan profil: BKI 2006, Annex, A - 4 Modulus: 57 cm^3 (Setelah pembacaan BKI) Profile : I 130x10</p> <p>Side Transverse</p> <p>IX A 6.1.3 Profil Side Transverse direncanakan sama dengan profil gading besar</p> <p>Modulus : 2021.76 cm^3 Profile : T 400x300x12</p>
--	--	--	---

10	B	4	<p>KONSTRUKSI GELADAK</p> <p>Balok Geladak</p> <p>Modulus Pelintang geladak tidak boleh kurang dari:</p> $W = c.a.l^2.P.k$ <p>dan Luas penampang Pelintang geladak tidak boleh kurang dari:</p> $Aw = 0.05 . p . e . l . k$ <p>dimana,</p> <p>$c = 0.75$ untuk balok, girder dan tranvers</p> <p>$a =$ Jarak antar pelintang</p> $= 0.6$ <p>$l =$ Panjang pelintang geladak</p> $= 1.6$ <p>$P =$ beban pada geladak</p> $= 12.00 \text{ KN/m}^2$ <p>$k = 1$</p> <p>sehingga besarnya modulus pelintang geladak adalah:</p> $W = c.a.l^2.p.k$ $= 0.75 \times 0.6 \times 1.6^2 \times 12.00 \times 1$ $= 13.824 \text{ cm}^3$ $Aw = 0.05 . p . e . l . k$ 0.432 cm^2 <p>Pemilihan profil:</p> <p>BKI 2006, Annex,A - 6</p> <p>Modulus : 16 cm^3</p> <p>Profil : I 75 x 8</p>
X	B	4	<p>Balok Besar Geladak</p> <p>Modulus balok geladak besar tidak boleh kurang dari</p> $W = c.e.\ell^2.P.k$ <p>Luas Penampang modulus tidak boleh kurang dari,</p> $Aw = 0.05 P e \ell k$ <p>dimana,</p> <p>$c = 0.75$ for transverse</p> <p>$e = 1.8$ m</p> <p>$\ell = 1.6$ m</p> <p>$P = 9.60$ KN/m^2</p> <p>$k = 1$</p> <p>jadi :</p> $W = c.e.\ell^2.P.k$ $= 0.75 \times 1.8 \times 1.6^2 \times 9.60 \times 1$ $= 33.18 \text{ cm}^3$ $Aw = 0.05 P e \ell k$ $= 0.05 \times 9.60 \times 1.8 \times 1.6 \times 1$ $= 1.382 \text{ cm}^2$ <p>BKI 2006, Annex,A - 6</p> <p>Profil balok besar adalah:</p> <p>Modulus : 60 cm^3</p> <p>Profile : I 120 x 12</p>

10	B	4	<p>Penumpu Tengah Geladak</p> <p>Modulus penumpu geladak tidak boleh kurang dari: $W = c.e.l^2.P.k$ dan Luas penampang Penumpu tidak boleh kurang dari: $A_w = 0.05 . P . e . l . K$ dimana, $c = 0.75 \quad \text{untuk balok, girder dan transvers}$ $e = \text{jarak penumpu} = 0.8$ $l = \text{Panjang pembujur} = 1.8 \text{ m}$ $P = \text{beban penumpu pada geladak} = 9.60 \text{ KN/m}^2$ $k = 1$ sehingga besarnya modulus penumpu geladak adalah: $W = c.e.l^2.P.k = 0.75 \times 0.8 \times 1.8^2 \times 9.60 \times 1 = 18.66 \text{ cm}^3$ Luas penampang Penumpu geladak: $A_w = 0.05 . p . e . l . k = 0.05 \times 9.60 \times 0.8 \times 1.8 \times 1 = 0.69 \text{ cm}^2$ BKI 2006, Annex,A - 6 Sehingga Profil Penumpu geladak adalah Modulus : 21.0 cm³ Profil : I 75 x 10</p>
11	B	3.1	<p>KONSTRUKSI SEKAT</p> <p>Modulus penegar sekat tidak boleh kurang dari $W = c_s . a . l^2 . p$ dimana, untuk sekat selain sekat tubrukan $c_s = 0.36 \text{ f} \quad \text{untuk dengan 1 tumpuan}$ $c_s = 0.53 \text{ f} \quad \text{untuk tanpa tumpuan}$ $c_s = 0.36 \quad f = 235/R_{eH} = 1$ $a = 0.6 \text{ m (jarak antar penegar)}$ $p = 9.81 . h$ $l = 1.80 \text{ m}$ $h = 3.70 \text{ m}$ $p = 36.30 \text{ kN/m}^2$ $W = c_s . a . l^2 . p \quad [\text{cm}^3]$ $= 0.36 \times 0.6 \times 1.80^2 \times 36.30$ $= 25.402 \text{ cm}^3$ Pemilihan profil: Profil disamakan dengan penumpu sisi dan pembujur sisi Pembujur = 57 cm³ I 130x10 Side Stringer = 2021.76 cm³ T 400x300x12</p>

KONSTRUKSI ALAS

No	Jarak Gading (m)	Plate Floor (mm)	Center Girder(mm)
1	0.55	9.00	9.00
2	0.60	9.00	9.00
3	0.65	9.00	9.00
4	0.70	9.00	9.00

KONSTRUKSI LAMBUNG

Gading Besar

No	Jarak Gading (m)	Profile
1	0.55	T 400x300x12
2	0.60	T 400x300x12
3	0.65	T 400x300x12
4	0.70	T 400x300x12

Pembujur

No	Jarak Gading (m)	Profile
1	0.55	I 130x10
2	0.60	I 120x12
3	0.65	I 140x10
4	0.70	I 120x13

Side Stringer

No	Jarak Gading (m)	Profile
1	0.55	T 400x300x12
2	0.60	T 400x300x12
3	0.65	T 400x300x12
4	0.70	T 400x300x12

KONSTRUKSI GELADAK

Balok Geladak

No	Jarak Gading (m)	Profile
1	0.55	I 75 x 8
2	0.60	I 75 x 8
3	0.65	I 75 x 8
4	0.70	I 75 x 8

Balok Besar

No	Jarak Gading (m)	Profile
1	0.55	I 120 x 12
2	0.60	I 120 x 12
3	0.65	I 120 x 12
4	0.70	I 120 x 12

KONSTRUKSI SEKAT

Side Stringer

No	Jarak Gading (m)	Profile
1	0.55	T 400x300x12
2	0.60	T 400x300x12
3	0.65	T 400x300x12
4	0.70	T 400x300x12

Pembujur

No	Jarak Gading (m)	Profile
1	0.55	I 130x10
2	0.60	I 120x12
3	0.65	I 140x10
4	0.70	I 120x13

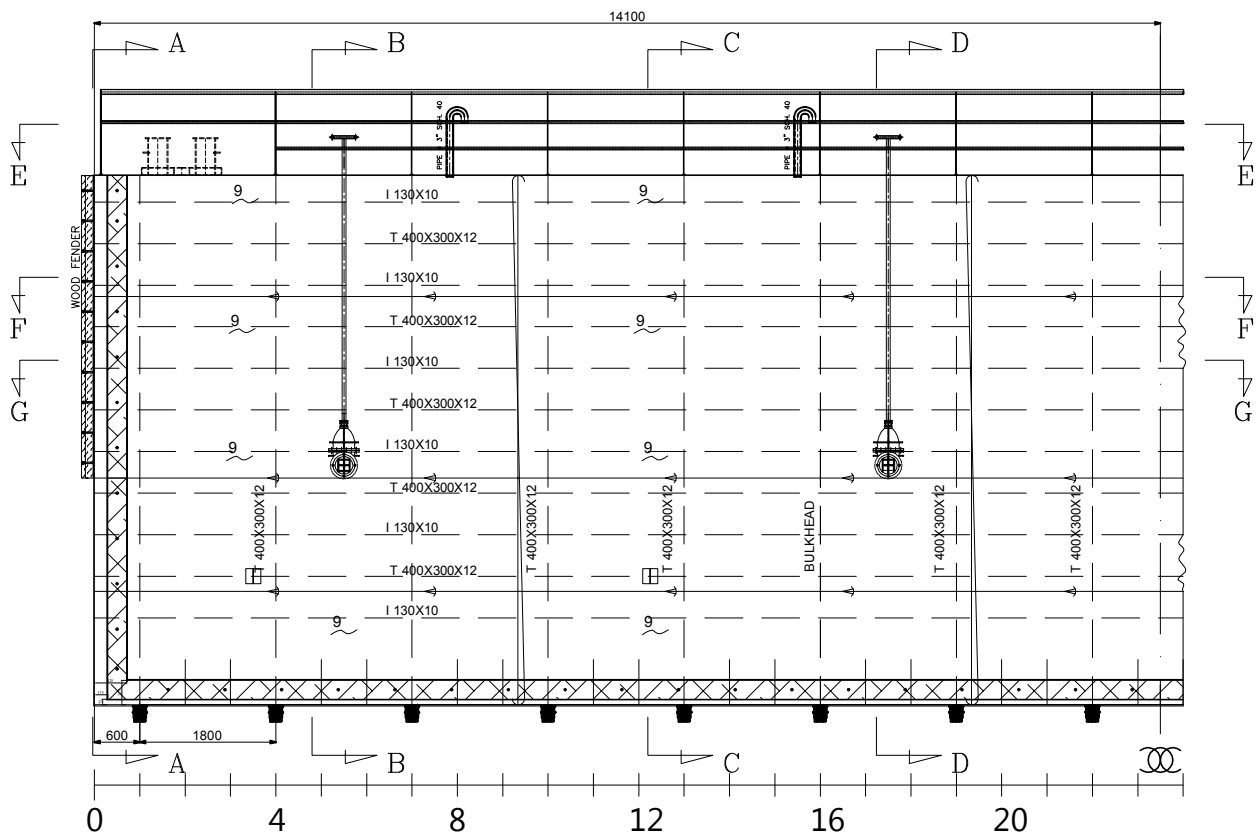
KONSTRUKSI GELADAK

Penumpu Tengah Geladak

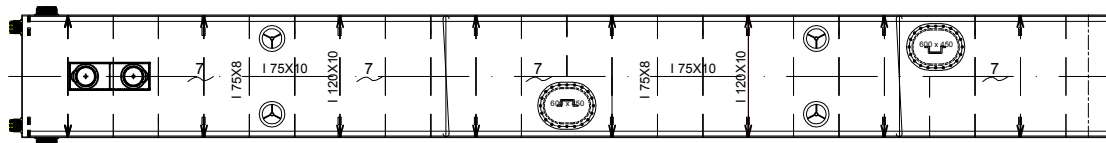
No	Jarak Gading (m)	Profile
1	0.55	I 75 x 10
2	0.60	I 75 x 10
3	0.65	I 75 x 10
4	0.70	I 75 x 10

LAMPIRAN 3

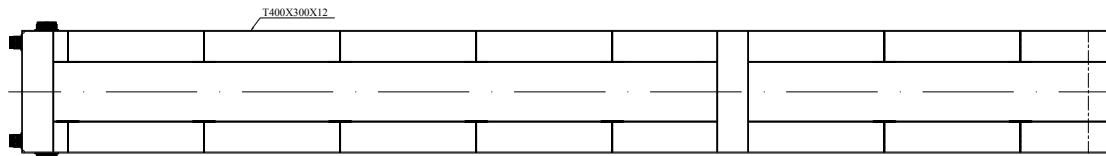
Gambar Construction Profile



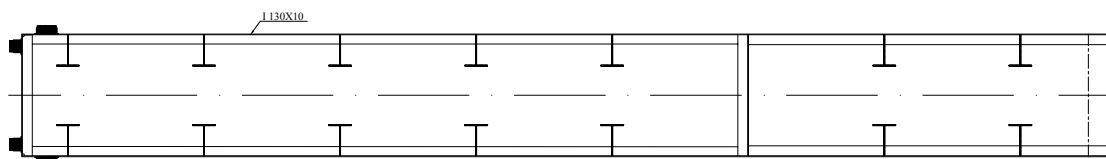
E-E Section



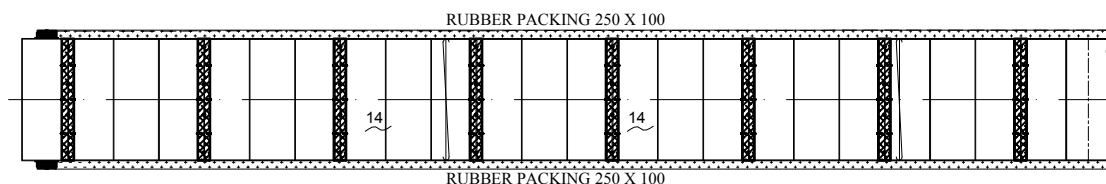
F-F Section



G-G Section



BOTTOM PLAN



RUBBER PACKING 250 X 100



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

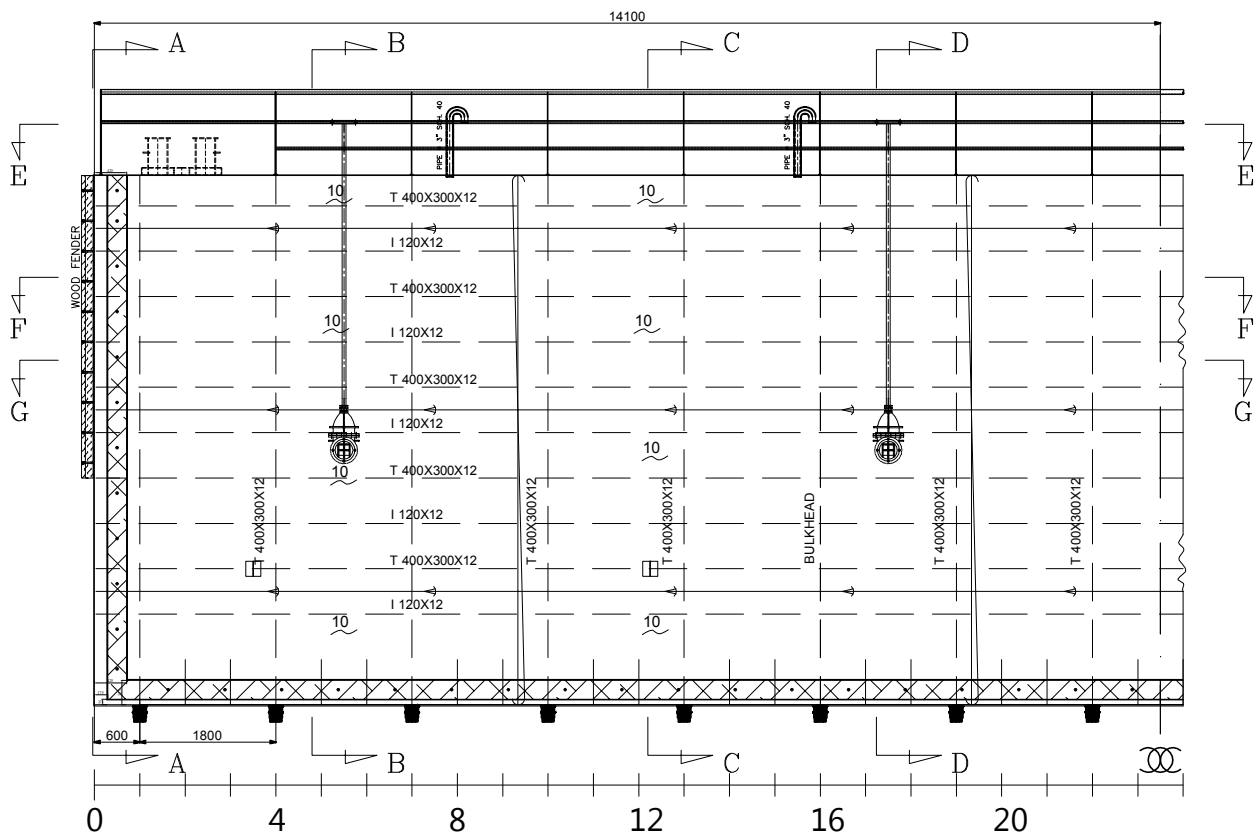
GRAVING DOCK GATE

CONSTRUCTION PROFILE

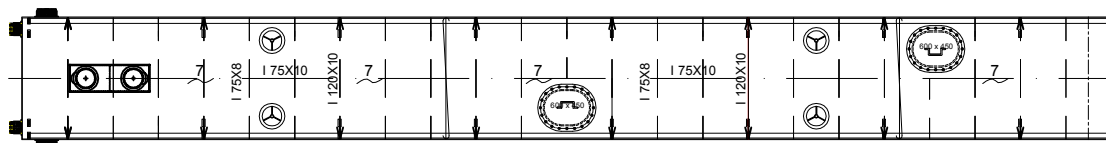
PRINCIPAL PARTICULARS			
LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m

SCALE	:	1 : 100	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	:	KHARIS ABDULLAH			DETAIL 1 JARAK GADING 0.55
CHECKED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			

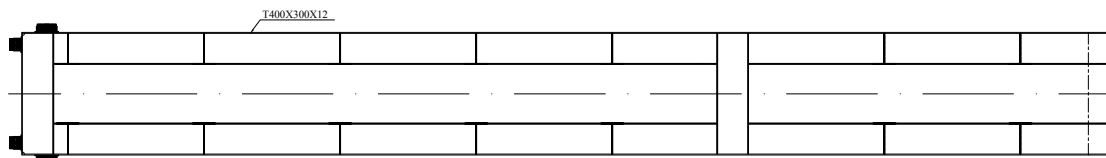
GRAVING DOCK GATE				
CONSTRUCTION PROFILE				
SCALE	: 1 : 100	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	: KHARIS ABDULLAH			DETAIL 2 JARAK GADING 0.55
CHECKED BY	: Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			



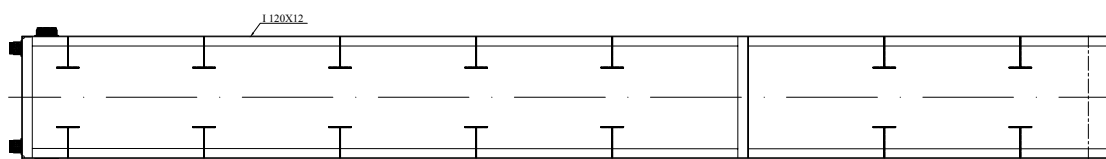
E-E Section



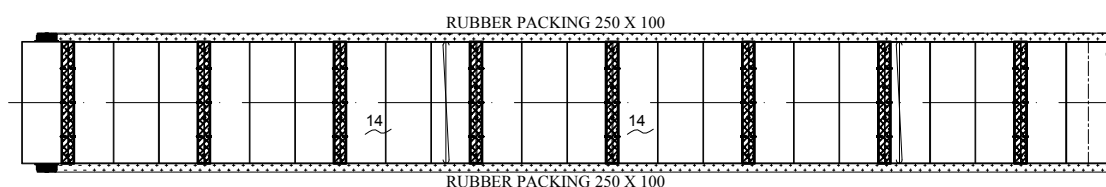
F-F Section



G-G Section



BOTTOM PLAN



RUBBER PACKING 250 X 100



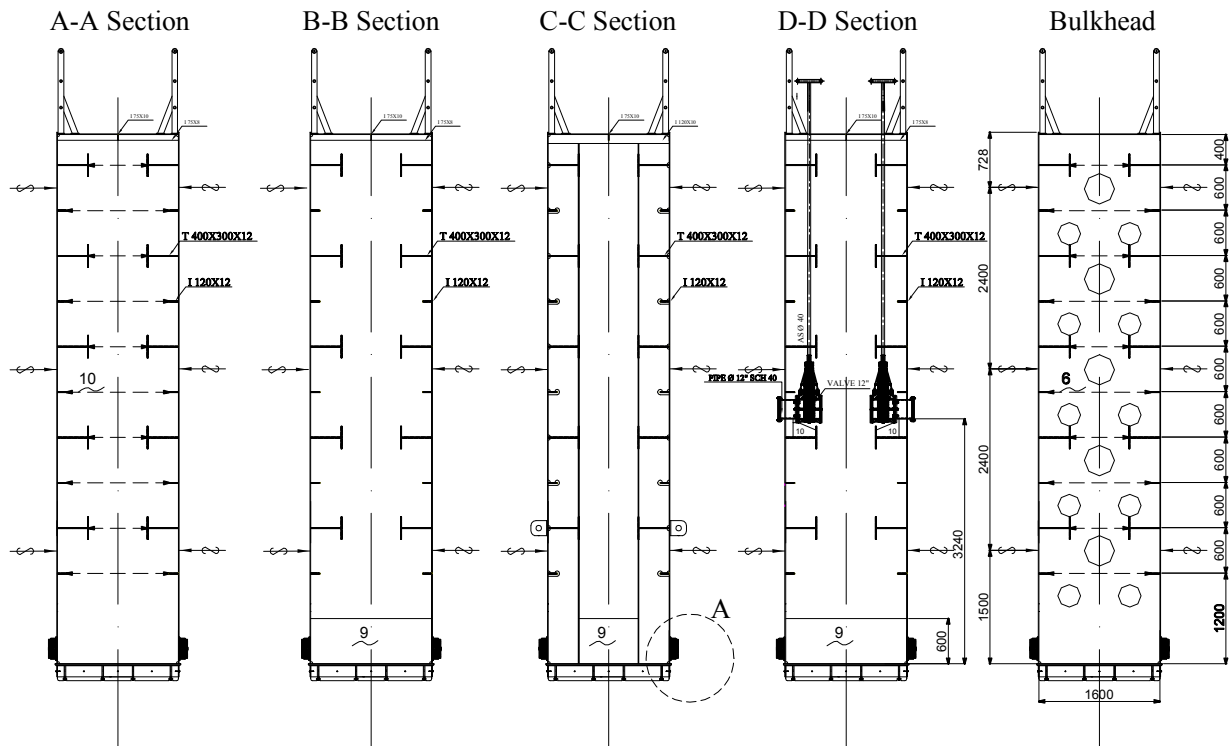
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

GRAVING DOCK GATE

CONSTRUCTION PROFILE

PRINCIPAL PARTICULARS			
LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m

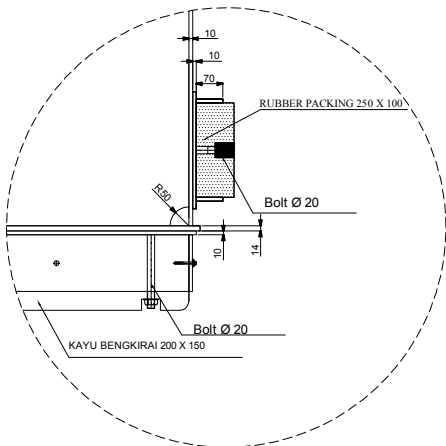
SCALE	: 1 : 100	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	: KHARIS ABDULLAH			DETAIL 1 JARAK GADING 0.60
CHECKED BY	: Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			



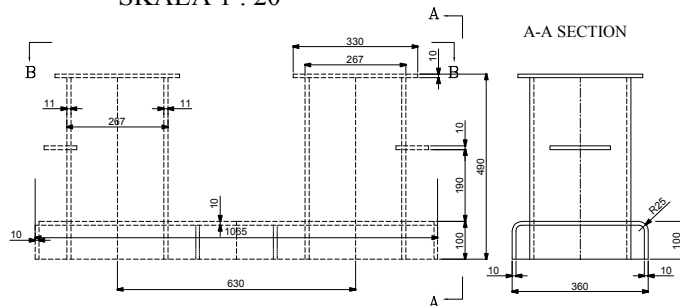
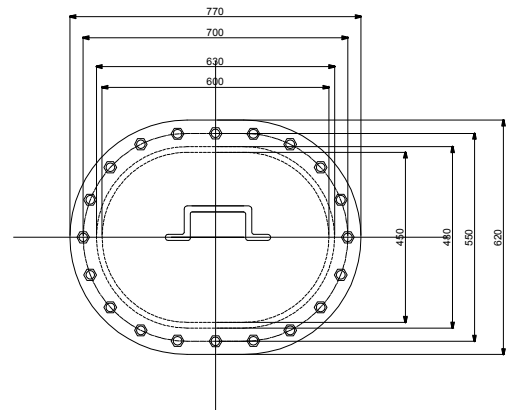
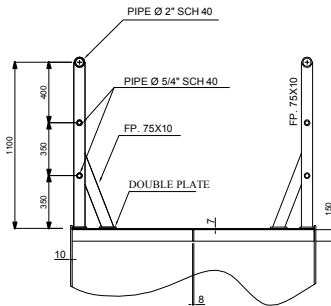
DETAIL A
SKALA 1 : 20

DETAIL RAILING
SKALA 1 : 50

DETAIL MANHOLE
SKALA 1 : 20



DETAIL BOLLARD
SKALA 1 : 20



PRINCIPAL PARTICULARS			
LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m

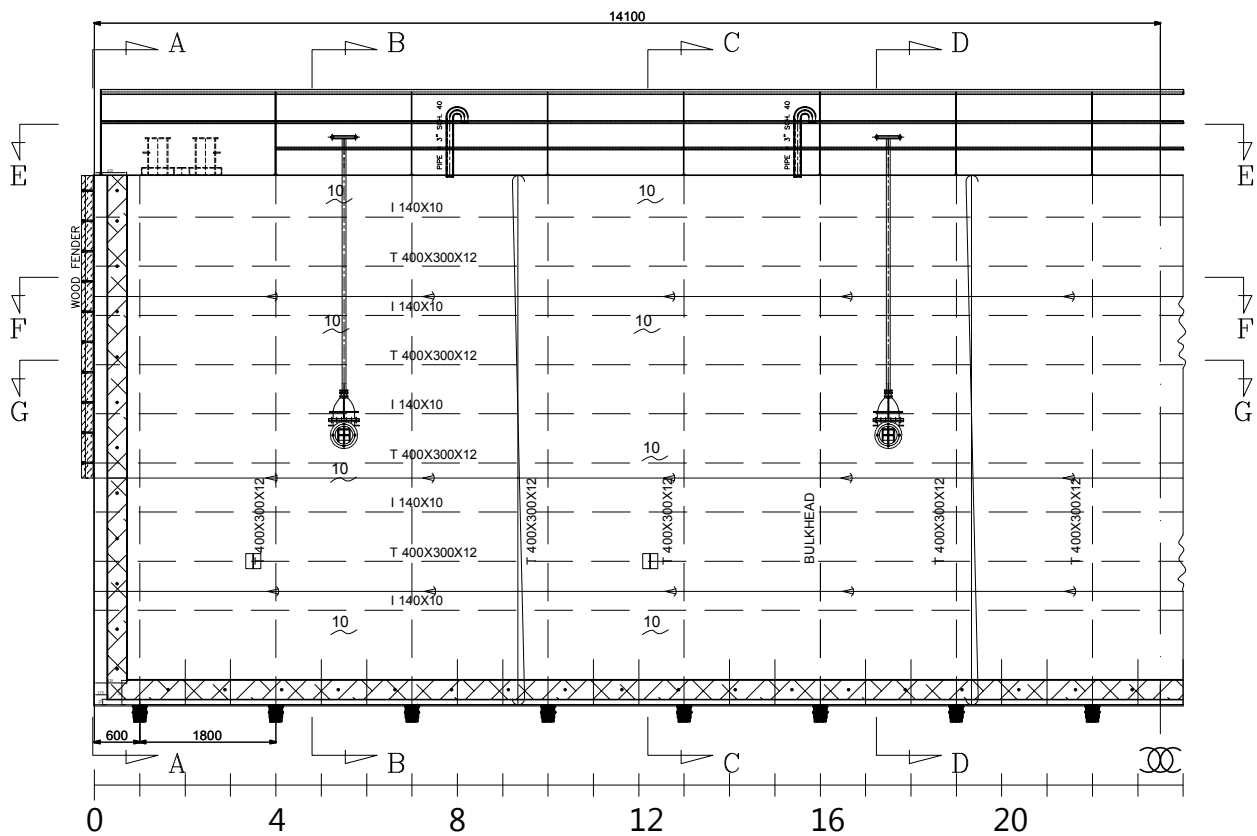


DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

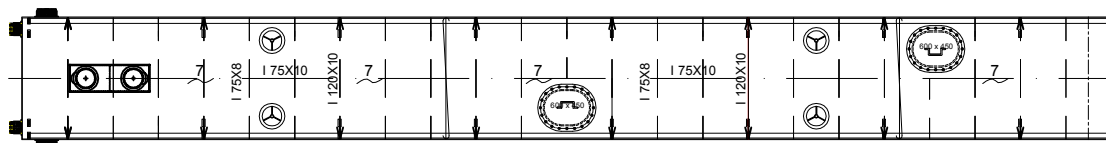
GRAVING DOCK GATE

CONSTRUCTION PROFILE

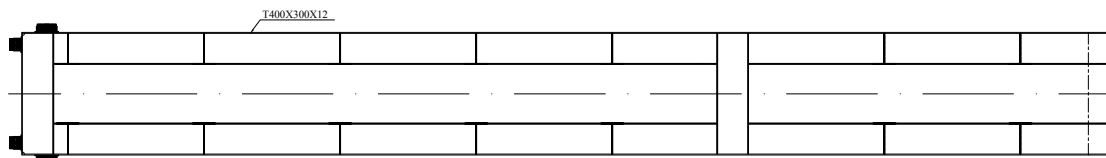
SCALE	: 1 : 100	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	: KHARIS ABDULLAH			DETAIL 2 JARAK GADING 0.60
CHECKED BY	: Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			



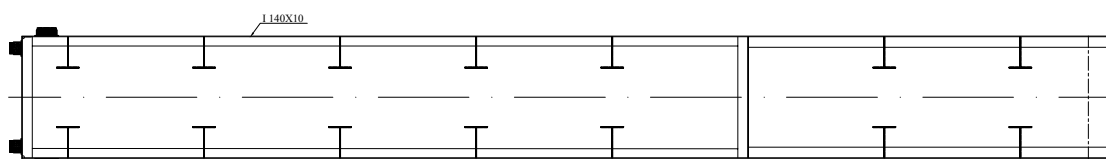
E-E Section



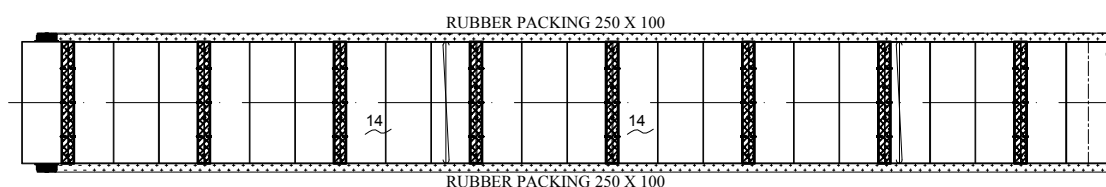
F-F Section



G-G Section



BOTTOM PLAN



RUBBER PACKING 250 X 100



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

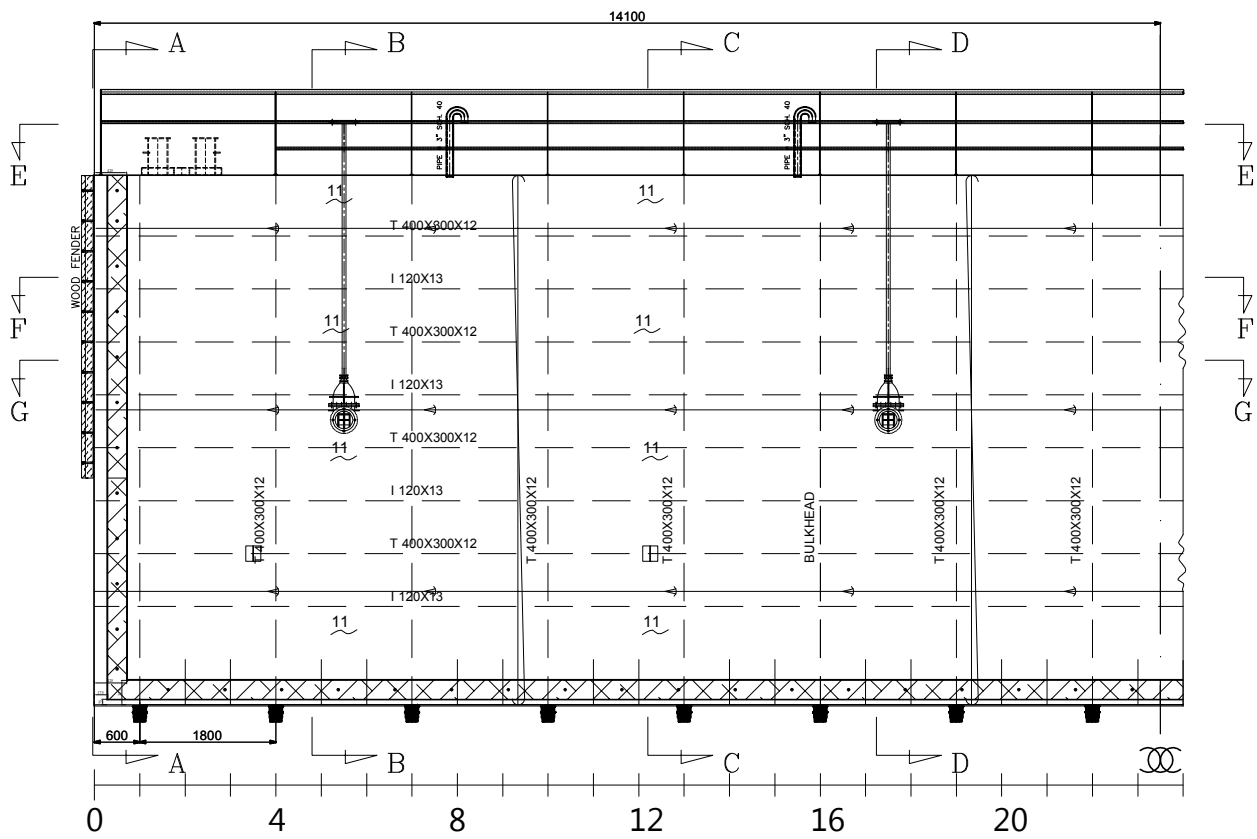
GRAVING DOCK GATE

CONSTRUCTION PROFILE

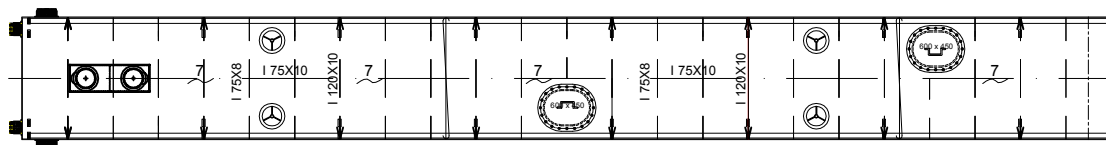
PRINCIPAL PARTICULARS			
LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m

SCALE	:	1 : 100	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	:	KHARIS ABDULLAH			DETAIL 1
CHECKED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			JARAK GADING 0.65

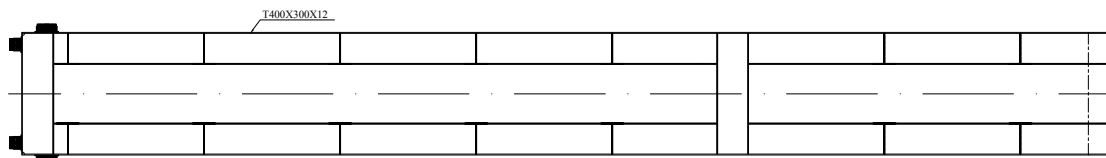
GRAVING DOCK GATE				
CONSTRUCTION PROFILE				
SCALE	: 1 : 100	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	: KHARIS ABDULLAH			DETAIL 2
CHECKED BY	: Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			JARAK GADING 0.65



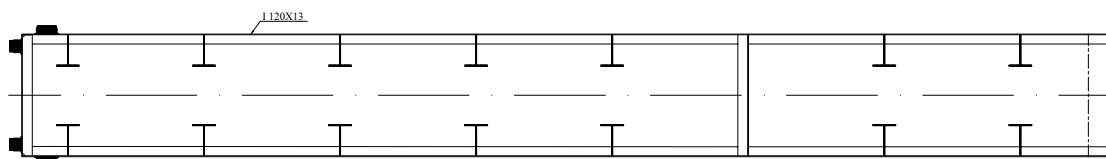
E-E Section



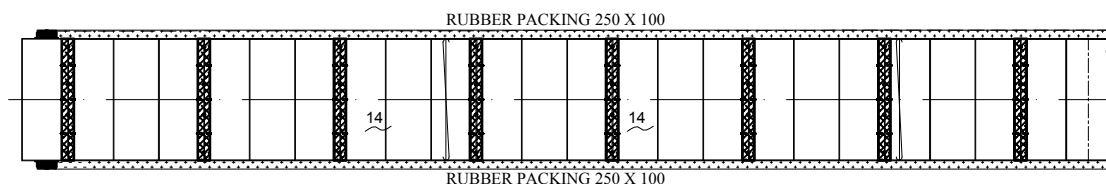
F-F Section



G-G Section



BOTTOM PLAN



RUBBER PACKING 250 X 100



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

GRAVING DOCK GATE

CONSTRUCTION PROFILE

PRINCIPAL PARTICULARS			
LENGTH OVER ALL (L.O.A)	:	28.2	m
BREADTH (MLD)	:	1.60	m
DEPTH (MLD)	:	7.0	m

SCALE	:	1 : 100	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	:	KHARIS ABDULLAH			DETAIL 1 JARAK GADING 0.70
CHECKED BY	:	Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			

GRAVING DOCK GATE				
CONSTRUCTION PROFILE				
SCALE	: 1 : 100	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	: KHARIS ABDULLAH			DETAIL 2
CHECKED BY	: Ir. BUDIE SANTOSA, M.T			JARAK GADING 0,70

LAMPIRAN 4

Perhitungan Berat dan Titik Berat

PERHITUNGAN BERAT DAN TITIK BERAT PINTU DOCK

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.55 m

NO	DESCRIPTION	Jumlah	Panjang (mm) / Luas (mm ²)	Profil /tebal (mm)				BERAT (TON)	LCG from Midship (mm)	MOMEN LCG (tonmm)	VCG from BL	MOMEN vCG (tonmm)	
	BAGIAN ATAS												
1	Pelat Geladak	1	45120000.00	7				2.48	0.00	0.00	7000.00	17355.41	
2	Balok Besar No 1	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-13500.00	-244.17	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 2	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-12900.00	-97.21	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 3	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-12300.00	-92.69	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 4	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-11700.00	-211.61	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 5	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-11100.00	-83.65	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 6	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-10500.00	-79.13	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 7	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-9900.00	-179.06	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 8	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-9300.00	-70.08	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 9	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-8700.00	-65.56	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 10	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-8100.00	-146.50	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 11	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-7500.00	-56.52	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 12	1	800.00	175 x 8	75	8		0.00	-6900.00	-26.00	7000.00	26.38	
	Balok Besar No 13	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-6300.00	-113.94	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 14	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-5700.00	-42.96	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 15	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-5100.00	-38.43	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 16	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-4500.00	-81.39	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 17	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-3900.00	-29.39	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 18	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-3300.00	-24.87	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 19	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-2700.00	-48.83	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 20	1	800.00	175 x 8	75	8		0.00	-2100.00	-7.91	7000.00	26.38	
	Balok Geladak No 21	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-1500.00	-11.30	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 22	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-900.00	-16.28	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 23	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	-300.00	-2.26	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 24	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	300.00	2.26	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 25	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	900.00	16.28	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 26	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	1500.00	11.30	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 27	1	800.00	175 x 8	75	8		0.00	2100.00	7.91	7000.00	26.38	
	Balok Besar No 28	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	2700.00	48.83	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 29	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	3300.00	24.87	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 30	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	3900.00	29.39	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 31	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	4500.00	81.39	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 32	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	5100.00	38.43	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 33	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	5700.00	42.96	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 34	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	6300.00	113.94	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 35	1	800.00	175 x 8	75	8		0.00	6900.00	26.00	7000.00	26.38	
	Balok Geladak No 36	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	7500.00	56.52	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 37	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	8100.00	146.50	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 38	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	8700.00	65.56	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 39	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	9300.00	70.08	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 40	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	9900.00	179.06	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 41	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	10500.00	79.13	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 42	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	11100.00	83.65	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 43	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	11700.00	211.61	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 44	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	12300.00	92.69	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 45	1	1600.00	175 x 8	75	8		0.01	12900.00	97.21	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 46	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	13500.00	244.17	7000.00	126.60	
3	Penumpu Tengah Geladak	1	28200.00	175 x 10	75	10		0.17	0.00	0.00	7000.00	1162.19	
	BAGIAN SISI												
1	Pelat Sisi	2	198189600.00	9				28.00	0.00	0.00	3500.00	98014.67	
2	Pembujur No 1	2	27706	I 130x10	130	10		0.57	0.00	0.00	1150.00	650.30	
	Side Stringer No 2	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	1700.00	5950.16
	Pembujur No 3	2	27706	I 130x10	130	10		0.57	0.00	0.00	2250.00	1272.33	
	Side Stringer No 4	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	2800.00	9800.27
	Pembujur No 5	2	27706	I 130x10	130	10		0.57	0.00	0.00	3350.00	1894.36	
	Side Stringer No 6	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	3900.00	13650.37
	Pembujur No 7	2	27706	I 130x10	130	10		0.57	0.00	0.00	4450.00	2516.38	
	Side Stringer No 8	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	5000.00	17500.48
	Pembujur No 9	2	27706	I 130x10	130	10		0.57	0.00	0.00	5550.00	3138.41	
	Side Stringer No 10	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	6100.00	21350.58
	Pembujur No 11	2	27706	I 130x10	130	10		0.57	0.00	0.00	6650.00	3760.44	
3	Web Frame No 1	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-13500.00	-12249.01	3500.00	3175.67
	Web Frame No 2	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-11700.00	-10615.81	3500.00	3175.67
	Web Frame No 3	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-9900.00	-8982.61	3500.00	3175.67
	Web Frame No 4	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-8100.00	-7349.41	3500.00	3175.67
	Web Frame No 5	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-6300.00	-5716.21	3500.00	3175.67
	Web Frame No 6	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-2700.00	-2449.80	3500.00	3175.67
	Web Frame No 7	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-900.00	-816.60	3500.00	3175.67
	Web Frame No 8	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	900.00	816.60	3500.00	3175.67
	Web Frame No 9	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	2700.00	2449.80	3500.00	3175.67
	Web Frame No 10	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	6300.00	5716.21	3500.00	3175.67
	Web Frame No 11	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	8100.00	7349.41	3500.00	3175.67
	Web Frame No 12	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	9900.00	8982.61	3500.00	3175.67
	Web Frame No 13	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	11700.00	10615.81	3500.00	3175.67
	Web Frame No 14	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	13500.00	12249.01	3500.00	3175.67

1	BAGIAN UJUNG DEPAN												
	Pelat Depan	1	11244800.00	9					0.79	14100.00	11201.68	3500.00	2780.56
	Pembujur No 1	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	14100.00	230.22	1150.00	18.78
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	1700.00	179.36
	Pembujur No 3	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	14100.00	230.22	2250.00	36.74
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	2800.00	295.41
	Pembujur No 5	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	14100.00	230.22	3350.00	54.70
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	3900.00	411.47
	Pembujur No 7	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	14100.00	230.22	4450.00	72.66
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	5000.00	527.52
	Pembujur No 9	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	14100.00	230.22	5550.00	90.62
	Side Stringer No 10	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	6100.00	643.57
	Pembujur No 11	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	14100.00	230.22	6650.00	108.58
1	BAGIAN UJUNG BELAKANG												
	Pelat Belakang	1	11244800.00	9					0.79	-14100.00	-11201.68	3500.00	2780.56
	Pembujur No 1	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-14100.00	-230.22	1150.00	18.78
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	1700.00	179.36
	Pembujur No 3	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-14100.00	-230.22	2250.00	36.74
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	2800.00	295.41
	Pembujur No 5	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-14100.00	-230.22	3350.00	54.70
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	3900.00	411.47
	Pembujur No 7	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-14100.00	-230.22	4450.00	72.66
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	5000.00	527.52
	Pembujur No 9	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-14100.00	-230.22	5550.00	90.62
	Side Stringer No 10	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	6100.00	643.57
	Pembujur No 11	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-14100.00	-230.22	6650.00	108.58
1	BAGIAN ALAS												
	Pelat Alas	1	45120000.00	14					4.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	Wrang Pelat No 1	1	480000	9.00					0.03	-13500.00	-457.81	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 2	1	960000	9.00					0.07	-12900.00	-874.93	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 3	1	960000	9.00					0.07	-12300.00	-834.24	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 4	1	480000	9.00					0.03	-11700.00	-396.77	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 5	1	960000	9.00					0.07	-11100.00	-752.85	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 6	1	960000	9.00					0.07	-10500.00	-712.15	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 7	1	480000	9.00					0.03	-9900.00	-335.73	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 8	1	960000	9.00					0.07	-9300.00	-630.76	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 9	1	960000	9.00					0.07	-8700.00	-590.07	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 10	1	480000	9.00					0.03	-8100.00	-274.69	300.00	10.17
2	Wrang Pelat No 11	1	960000	9.00					0.07	-7500.00	-508.68	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 12	1	960000	9.00					0.07	-6900.00	-467.99	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 13	1	480000	9.00					0.03	-6300.00	-213.65	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 14	1	960000	9.00					0.07	-5700.00	-386.60	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 15	1	960000	9.00					0.07	-5100.00	-345.90	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 16	1	480000	9.00					0.03	-4500.00	-152.60	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 17	1	960000	9.00					0.07	-3900.00	-264.51	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 18	1	960000	9.00					0.07	-3300.00	-223.82	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 19	1	480000	9.00					0.03	-2700.00	-91.56	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 20	1	960000	9.00					0.07	-2100.00	-142.43	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 21	1	960000	9.00					0.07	-1500.00	-101.74	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 22	1	480000	9.00					0.03	-900.00	-30.52	300.00	10.17
3	Wrang Pelat No 23	1	960000	9.00					0.07	-300.00	-20.35	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 24	1	960000	9.00					0.07	300.00	20.35	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 25	1	480000	9.00					0.03	900.00	30.52	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 26	1	960000	9.00					0.07	1500.00	101.74	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 27	1	960000	9.00					0.07	2100.00	142.43	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 28	1	480000	9.00					0.03	2700.00	91.56	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 29	1	960000	9.00					0.07	3300.00	223.82	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 30	1	960000	9.00					0.07	3900.00	264.51	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 31	1	480000	9.00					0.03	4500.00	152.60	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 32	1	960000	9.00					0.07	5100.00	345.90	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 33	1	960000	9.00					0.07	5700.00	386.60	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 34	1	480000	9.00					0.03	6300.00	213.65	300.00	10.17
3	Wrang Pelat No 35	1	960000	9.00					0.07	6900.00	467.99	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 36	1	960000	9.00					0.07	7500.00	508.68	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 37	1	480000	9.00					0.03	8100.00	274.69	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 38	1	960000	9.00					0.07	8700.00	590.07	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 39	1	960000	9.00					0.07	9300.00	630.76	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 40	1	480000	9.00					0.03	9900.00	335.73	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 41	1	960000	9.00					0.07	10500.00	712.15	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 42	1	960000	9.00					0.07	11100.00	752.85	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 43	1	480000	9.00					0.03	11700.00	396.77	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 44	1	960000	9.00					0.07	12300.00	834.24	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 45	1	960000	9.00					0.07	12900.00	874.93	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 46	1	480000	9.00					0.03	13500.00	457.81	300.00	10.17
1	Penumpu Tengah	1	16920000.00	9.00					1.20	0.00	0.00	300.00	358.62
	SEKAT												
	Sekat 1	1	9870647.00	6					0.46	-4500.00	-2092.08	3500.00	1627.18
	Pembujur No 1	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-4500.00	-73.48	1150.00	18.78
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	1700.00	179.36
	Pembujur No 3	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-4500.00	-73.48	2250.00	36.74
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	2800.00	295.41
	Pembujur No 5	1	1600	1 130x10	130	10			0.02	-4500.00	-73.48	3350.00	54.70
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	3900.00	411.47

2	Pembujur No 7	1	1600	I 130x10	130	10			0.02	-4500.00	-73.48	4450.00	72.66
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	5000.00	527.52
	Pembujur No 9	1	1600	I 130x10	130	10	0		0.02	-4500.00	-73.48	5550.00	90.62
	Side Stringer No 10	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	6100.00	643.57
	Pembujur No 11	1	1600	I 130x10	130	10	0		0.02	-4500.00	-73.48	6650.00	108.58
	Sekat 2	1	9870647.00	6					0.46	4500.00	2092.08	3500.00	1627.18
	Pembujur No 1	1	1600	I 130x10	130	10			0.02	4500.00	73.48	1150.00	18.78
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	1700.00	179.36
	Pembujur No 3	1	1600	I 130x10	130	10			0.02	4500.00	73.48	2250.00	36.74
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	2800.00	295.41
	Pembujur No 5	1	1600	I 130x10	130	10			0.02	4500.00	73.48	3350.00	54.70
1	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	3900.00	411.47
	Pembujur No 7	1	1600	I 130x10	130	10			0.02	4500.00	73.48	4450.00	72.66
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	5000.00	527.52
	Pembujur No 9	1	1600	I 130x10	130	10			0.02	4500.00	73.48	5550.00	90.62
	Side Stringer No 10	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	6100.00	643.57
	Pembujur No 11	1	1600	I 130x10	130	10			0.02	4500.00	73.48	6650.00	108.58
	BAGIAN EQUIPMENT												
	Valve dia. 12 " No 1	2							0.94	-10800.00	-10152.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 2	2							0.94	-3600.00	-3384.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 3	2							0.94	3600.00	3384.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 4	2							0.94	10800.00	10152.00	2224.00	2090.56
2	Pipa dia. 12" Sch 40 No 1	2							0.03	-10800.00	-341.28	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 2	2							0.03	-3600.00	-113.76	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 3	2							0.03	3600.00	113.76	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 4	2							0.03	10800.00	341.28	2224.00	70.28
3	Flange No 1	2							0.02	-10800.00	-228.96	2224.00	47.15
	Flange No 2	2							0.02	-3600.00	-76.32	2224.00	47.15
	Flange No 3	2							0.02	3600.00	76.32	2224.00	47.15
	Flange No 4	2							0.02	10800.00	228.96	2224.00	47.15
4	Railing	32	1100		75	10			0.21	0.00	0.00	7550.00	1564.66
	Pipa dia. 5/4" sch 40	4	28200						0.32	0.00	0.00	7525.00	2436.11
	Pipa dia. 2" sch 40	2	28200						0.25	0.00	0.00	8100.00	2046.64
5	Air Pipe No 1	1	1300						0.01	-9400.00	-138.09	7400.00	108.71
	Air Pipe No 2	1	1300						0.01	-4800.00	-70.51	7400.00	108.71
	Air Pipe No 3	1	1300						0.01	4800.00	70.51	7400.00	108.71
	Air Pipe No 4	1	1300						0.01	9400.00	138.09	7400.00	108.71
6	Kayu landas No 1	1	320000	150.00					0.04	-13500.00	-583.20	0.00	0.00
	Kayu landas No 2	1	320000	150.00					0.04	-11700.00	-505.44	0.00	0.00
	Kayu landas No 3	1	320000	150.00					0.04	-9900.00	-427.68	0.00	0.00
	Kayu landas No 4	1	320000	150.00					0.04	-8100.00	-349.92	0.00	0.00
	Kayu landas No 5	1	320000	150.00					0.04	-6300.00	-272.16	0.00	0.00
	Kayu landas No 6	1	320000	150.00					0.04	-4500.00	-194.40	0.00	0.00
	Kayu landas No 7	1	320000	150.00					0.04	-2700.00	-116.64	0.00	0.00
	Kayu landas No 8	1	320000	150.00					0.04	-900.00	-38.88	0.00	0.00
	Kayu landas No 9	1	320000	150.00					0.04	900.00	38.88	0.00	0.00
	Kayu landas No 10	1	320000	150.00					0.04	2700.00	116.64	0.00	0.00
	Kayu landas No 11	1	320000	150.00					0.04	4500.00	194.40	0.00	0.00
	Kayu landas No 12	1	320000	150.00					0.04	6300.00	272.16	0.00	0.00
	Kayu landas No 13	1	320000	150.00					0.04	8100.00	349.92	0.00	0.00
	Kayu landas No 14	1	320000	150.00					0.04	9900.00	427.68	0.00	0.00
	Kayu landas No 15	1	320000	150.00					0.04	11700.00	505.44	0.00	0.00
	Kayu landas No 16	1	320000	150.00					0.04	13500.00	583.20	0.00	0.00
7	Doubling Plate Kayu Landas No 1	1	304000	10.00					0.02	-13500.00	-322.16	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 2	1	304000	10.00					0.02	-11700.00	-279.21	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 3	1	304000	10.00					0.02	-9900.00	-236.25	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 4	1	304000	10.00					0.02	-8100.00	-193.30	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 5	1	304000	10.00					0.02	-6300.00	-150.34	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 6	1	304000	10.00					0.02	-4500.00	-107.39	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 7	1	304000	10.00					0.02	-2700.00	-64.43	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 8	1	304000	10.00					0.02	-900.00	-21.48	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 9	1	304000	10.00					0.02	900.00	21.48	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 10	1	304000	10.00					0.02	2700.00	64.43	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 11	1	304000	10.00					0.02	4500.00	107.39	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 12	1	304000	10.00					0.02	6300.00	150.34	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 13	1	304000	10.00					0.02	8100.00	193.30	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 14	1	304000	10.00					0.02	9900.00	236.25	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 15	1	304000	10.00					0.02	11700.00	279.21	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 16	1	304000	10.00					0.02	13500.00	322.16	0.00	0.00
8	Plate List Kayu Landas No 1	2	240000	10.00					0.04	-13500.00	-508.68	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 2	2	240000	10.00					0.04	-11700.00	-440.86	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 3	2	240000	10.00					0.04	-9900.00	-373.03	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 4	2	240000	10.00					0.04	-8100.00	-305.21	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 5	2	240000	10.00					0.04	-6300.00	-237.38	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 6	2	240000	10.00					0.04	-4500.00	-169.56	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 7	2	240000	10.00					0.04	-2700.00	-101.74	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 8	2	240000	10.00					0.04	-900.00	-33.91	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 9	2	240000	10.00					0.04	900.00	33.91	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 10	2	240000	10.00					0.04	2700.00	101.74	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 11	2	240000	10.00					0.04	4500.00	169.56	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 12	2	240000	10.00					0.04	6300.00	237.38	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 13	2	240000	10.00					0.04	8100.00	305.21	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 14	2	240000	10.00					0.04	9900.00	373.03	0.00	0.00

9	Plate List Kayu Landas No 15	2	240000	10.00					0.04	11700.00	440.86	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 16	2	240000	10.00					0.04	13500.00	508.68	0.00	0.00
10	Wood Fender 1	1	600000	150.00					0.08	-14100.00	-1142.10	5000.00	405.00
	Wood Fender 2	1	600000	150.00					0.08	14100.00	1142.10	5000.00	405.00
11	Doubling Plate Wood Fender 1	1	840000	10.00					0.07	-14100.00	-929.75	5000.00	329.70
	Doubling Plate Wood Fender 2	1	840000	10.00					0.07	14100.00	929.75	5000.00	329.70
12	Plate List Wood Fender 1	2	400000	10.00					0.06	-14100.00	-885.48	5000.00	314.00
	Plate List Wood Fender 2	2	400000	10.00					0.06	14100.00	885.48	5000.00	314.00
13	Karet packing	2	6750000	100.00					1.67	0.00	0.00	200.00	333.18
	Karet packing	2	3500000	100.00					0.86	-13780.00	-11903.16	3500.00	3023.30
14	Karet packing	2	3500000	100.00					0.86	13780.00	11903.16	3500.00	3023.30
	Pipa Setiran Valve No 1	2	3600						0.01	-10800.00	-155.52	5300.00	76.32
15	Pipa Setiran Valve No 2	2	3600						0.01	-3600.00	-51.84	5300.00	76.32
	Pipa Setiran Valve No 3	2	3600						0.01	3600.00	51.84	5300.00	76.32
16	Pipa Setiran Valve No 4	2	3600						0.01	10800.00	155.52	5300.00	76.32
	Bollard 1	1							0.01	-13000.00	-130.00	7300.00	73.00
17	Bollard 2	1							0.01	13000.00	130.00	7300.00	73.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 1	8	28.26	56					0.0001	-13500.00	-1.34	0.00	0.00
18	Bolt Plate List Kayu Landas No 2	8	28.26	56					0.0001	-11700.00	-1.16	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 3	8	28.26	56					0.0001	-9900.00	-0.98	0.00	0.00
19	Bolt Plate List Kayu Landas No 4	8	28.26	56					0.0001	-8100.00	-0.81	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 5	8	28.26	56					0.0001	-6300.00	-0.63	0.00	0.00
20	Bolt Plate List Kayu Landas No 6	8	28.26	56					0.0001	-4500.00	-0.45	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 7	8	28.26	56					0.0001	-2700.00	-0.27	0.00	0.00
21	Bolt Plate List Kayu Landas No 8	8	28.26	56					0.0001	-900.00	-0.09	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 9	8	28.26	56					0.0001	900.00	0.09	0.00	0.00
22	Bolt Plate List Kayu Landas No 10	8	28.26	56					0.0001	2700.00	0.27	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 11	8	28.26	56					0.0001	4500.00	0.45	0.00	0.00
23	Bolt Plate List Kayu Landas No 12	8	28.26	56					0.0001	6300.00	0.63	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 13	8	28.26	56					0.0001	8100.00	0.81	0.00	0.00
24	Bolt Plate List Kayu Landas No 14	8	28.26	56					0.0001	9900.00	0.98	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 15	8	28.26	56					0.0001	11700.00	1.16	0.00	0.00
25	Bolt Plate List Kayu Landas No 16	8	28.26	56					0.0001	13500.00	1.34	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 1	4	314.00	195					0.0019	-13500.00	-25.96	0.00	0.00
26	Bolt Kayu Landas No 2	4	314.00	195					0.0019	-11700.00	-22.49	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 3	4	314.00	195					0.0019	-9900.00	-19.03	0.00	0.00
27	Bolt Kayu Landas No 4	4	314.00	195					0.0019	-8100.00	-15.57	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 5	4	314.00	195					0.0019	-6300.00	-12.11	0.00	0.00
28	Bolt Kayu Landas No 6	4	314.00	195					0.0019	-4500.00	-8.65	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 7	4	314.00	195					0.0019	-2700.00	-5.19	0.00	0.00
29	Bolt Kayu Landas No 8	4	314.00	195					0.0019	-900.00	-1.73	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 9	4	314.00	195					0.0019	900.00	1.73	0.00	0.00
30	Bolt Kayu Landas No 10	4	314.00	195					0.0019	2700.00	5.19	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 11	4	314.00	195					0.0019	4500.00	8.65	0.00	0.00
31	Bolt Kayu Landas No 12	4	314.00	195					0.0019	6300.00	12.11	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 13	4	314.00	195					0.0019	8100.00	15.57	0.00	0.00
32	Bolt Kayu Landas No 14	4	314.00	195					0.0019	9900.00	19.03	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 15	4	314.00	195					0.0019	11700.00	22.49	0.00	0.00
33	Bolt Kayu Landas No 16	4	314.00	195					0.0019	13500.00	25.96	0.00	0.00
	Bolt Karet Packing												
34	Bolt Karet Packing Posisi 1												
	No 1	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	475.00	0.16
35	No 2	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	1000.00	0.35
	No 3	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	1600.00	0.55
36	No 4	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	2200.00	0.76
	No 5	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	2800.00	0.97
37	No 6	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	3400.00	1.17
	No 7	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	4000.00	1.38
38	No 8	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	4600.00	1.59
	No 9	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	5200.00	1.79
39	No 10	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	5800.00	2.00
	No 11	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	6400.00	2.21
40	No 12	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	6800.00	2.35
	Bolt Karet Packing Posisi 2												
41	No 1	2	314.00	70					0.0003	-13125.00	-4.53	200.00	0.07
	No 2	2	314.00	70					0.0003	-12375.00	-4.27	200.00	0.07
42	No 3	2	314.00	70					0.0003	-11625.00	-4.01	200.00	0.07
	No 4	2	314.00	70					0.0003	-10875.00	-3.75	200.00	0.07
43	No 5	2	314.00	70					0.0003	-10125.00	-3.49	200.00	0.07
	No 6	2	314.00	70					0.0003	-9375.00	-3.24	200.00	0.07
44	No 7	2	314.00	70					0.0003	-8625.00	-2.98	200.00	0.07
	No 8	2	314.00	70					0.0003	-7875.00	-2.72	200.00	0.07
45	No 9	2	314.00	70					0.0003	-7125.00	-2.46	200.00	0.07
	No 10	2	314.00	70					0.0003	-6375.00	-2.20	200.00	0.07
46	No 11	2	314.00	70					0.0003	-5625.00	-1.94	200.00	0.07
	No 12	2	314.00	70					0.0003	-4875.00	-1.68	200.00	0.07
47	No 13	2	314.00	70					0.0003	-4125.00	-1.42	200.00	0.07
	No 14	2	314.00	70					0.0003	-3375.00	-1.16	200.00	0.07
48	No 15	2	314.00	70					0.0003	-2625.00	-0.91	200.00	0.07
	No 16	2	314.00	70					0.0003	-1875.00	-0.65	200.00	0.07
49	No 17	2	314.00	70					0.0003	-1125.00	-0.39	200.00	0.07
	No 18	2	314.00	70					0.0003	-375.00	-0.13	200.00	0.07
50	No 19	2	314.00	70					0.0003	375.00	0.13	200.00	0.07

PERHITUNGAN BERAT DAN TITIK BERAT PINTU DOCK

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.60 m

NO	DESCRIPTION	Jumlah	Panjang (mm) / Luas (mm ²)	Profil /tebal (mm)				BERAT (TON)	LCG from Midship (mm)	MOMEN LCG (tonmm)	VCG from BL	MOMEN vccg (tonmm)
	BAGIAN ATAS											
1	Pelat Geladak	1	45120000.00	7				2.48	0.00	0.00	7000.00	17355.41
2	Balok Besar No 1	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-13500.00	-244.17	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 2	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-12900.00	-97.21	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 3	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-12300.00	-92.69	7000.00	52.75
	Balok Besar No 4	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-11700.00	-211.61	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 5	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-11100.00	-83.65	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 6	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-10500.00	-79.13	7000.00	52.75
	Balok Besar No 7	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-9900.00	-179.06	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 8	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-9300.00	-70.08	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 9	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-8700.00	-65.56	7000.00	52.75
	Balok Besar No 10	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-8100.00	-146.50	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 11	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-7500.00	-56.52	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 12	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	-6900.00	-26.00	7000.00	26.38
	Balok Besar No 13	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-6300.00	-113.94	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 14	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-5700.00	-42.96	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 15	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-5100.00	-38.43	7000.00	52.75
	Balok Besar No 16	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-4500.00	-81.39	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 17	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-3900.00	-29.39	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 18	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-3300.00	-24.87	7000.00	52.75
	Balok Besar No 19	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-2700.00	-48.83	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 20	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	-2100.00	-7.91	7000.00	26.38
	Balok Geladak No 21	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-1500.00	-11.30	7000.00	52.75
	Balok Besar No 22	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-900.00	-16.28	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 23	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-300.00	-2.26	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 24	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	300.00	2.26	7000.00	52.75
	Balok Besar No 25	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	900.00	16.28	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 26	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	1500.00	11.30	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 27	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	2100.00	7.91	7000.00	26.38
	Balok Besar No 28	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	2700.00	48.83	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 29	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	3300.00	24.87	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 30	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	3900.00	29.39	7000.00	52.75
	Balok Besar No 31	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	4500.00	81.39	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 32	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	5100.00	38.43	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 33	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	5700.00	42.96	7000.00	52.75
	Balok Besar No 34	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	6300.00	113.94	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 35	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	6900.00	26.00	7000.00	26.38
	Balok Geladak No 36	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	7500.00	56.52	7000.00	52.75
	Balok Besar No 37	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	8100.00	146.50	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 38	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	8700.00	65.56	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 39	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	9300.00	70.08	7000.00	52.75
	Balok Besar No 40	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	9900.00	179.06	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 41	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	10500.00	79.13	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 42	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	11100.00	83.65	7000.00	52.75
	Balok Besar No 43	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	11700.00	211.61	7000.00	126.60
	Balok Geladak No 44	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	12300.00	92.69	7000.00	52.75
	Balok Geladak No 45	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	12900.00	97.21	7000.00	52.75
	Balok Besar No 46	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	13500.00	244.17	7000.00	126.60
3	Penumpu Tengah Geladak	1	28200.00	I 75 x 10	75	10		0.17	0.00	0.00	7000.00	1162.19
	BAGIAN SISI											
1	Pelat Sisi	2	198189600.00	10				31.12	0.00	0.00	3500.00	108905.19
2	Pembujur No 1	2	27706	I 120x12	120	12		0.63	0.00	0.00	1200.00	751.65
	Side Stringer No 2	2	26540	T 400x300x12	400	12	300 12	3.50	0.00	0.00	1800.00	6300.17
	Pembujur No 3	2	27706	I 120x12	120	12		0.63	0.00	0.00	2400.00	1503.31
	Side Stringer No 4	2	26540	T 400x300x12	400	12	300 12	3.50	0.00	0.00	3000.00	10500.29
	Pembujur No 5	2	27706	I 120x12	120	12		0.63	0.00	0.00	3600.00	2254.96
	Side Stringer No 6	2	26540	T 400x300x12	400	12	300 12	3.50	0.00	0.00	4200.00	14700.40
	Pembujur No 7	2	27706	I 120x12	120	12		0.63	0.00	0.00	4800.00	3006.61
	Side Stringer No 8	2	26540	T 400x300x12	400	12	300 12	3.50	0.00	0.00	5400.00	18900.51
	Pembujur No 9	2	27706	I 120x12	120	12		0.63	0.00	0.00	6000.00	3758.26
	Side Stringer No 10	2	26540	T 400x300x12	400	12	300 12	3.50	0.00	0.00	6600.00	23100.63
3	Web Frame No 1	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	-13500.00	-12249.01	3500.00	3175.67
	Web Frame No 2	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	-11700.00	-10615.81	3500.00	3175.67
	Web Frame No 3	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	-9900.00	-8982.61	3500.00	3175.67
	Web Frame No 4	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	-8100.00	-7349.41	3500.00	3175.67
	Web Frame No 5	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	-6300.00	-5716.21	3500.00	3175.67
	Web Frame No 6	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	-2700.00	-2449.80	3500.00	3175.67
	Web Frame No 7	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	-900.00	-816.60	3500.00	3175.67
	Web Frame No 8	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	900.00	816.60	3500.00	3175.67
	Web Frame No 9	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	2700.00	2449.80	3500.00	3175.67
	Web Frame No 10	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	6300.00	5716.21	3500.00	3175.67
	Web Frame No 11	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	8100.00	7349.41	3500.00	3175.67
	Web Frame No 12	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	9900.00	8982.61	3500.00	3175.67
	Web Frame No 13	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	11700.00	10615.81	3500.00	3175.67
	Web Frame No 14	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300 12	0.91	13500.00	12249.01	3500.00	3175.67

BAGIAN UJUNG DEPAN													
1	Pelat Depan	1	11244800.00	10					0.88	14100.00	12446.31	3500.00	3089.51
2	Pembujur No 1	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	14100.00	255.02	1200.00	21.70
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	14100.00	255.02	2400.00	43.41
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	3000.00	316.51
	Pembujur No 5	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	14100.00	255.02	3600.00	65.11
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	4200.00	443.12
	Pembujur No 7	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	14100.00	255.02	4800.00	86.81
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	14100.00	255.02	6000.00	108.52
	Side Stringer No 10	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	6600.00	696.33
BAGIAN UJUNG BELAKANG													
1	Pelat Belakang	1	11244800.00	10					0.88	-14100.00	-12446.31	3500.00	3089.51
2	Pembujur No 1	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	-14100.00	-255.02	1200.00	21.70
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	-14100.00	-255.02	2400.00	43.41
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	3000.00	316.51
	Pembujur No 5	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	-14100.00	-255.02	3600.00	65.11
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	4200.00	443.12
	Pembujur No 7	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	-14100.00	-255.02	4800.00	86.81
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	-14100.00	-255.02	6000.00	108.52
	Side Stringer No 10	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	6600.00	696.33
BAGIAN ALAS													
1	Pelat Alas	1	45120000.00	14					4.96	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Wrang Pelat No 1	1	480000	9.00					0.03	-13500.00	-457.81	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 2	1	960000	9.00					0.07	-12900.00	-874.93	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 3	1	960000	9.00					0.07	-12300.00	-834.24	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 4	1	480000	9.00					0.03	-11700.00	-396.77	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 5	1	960000	9.00					0.07	-11100.00	-752.85	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 6	1	960000	9.00					0.07	-10500.00	-712.15	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 7	1	480000	9.00					0.03	-9900.00	-335.73	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 8	1	960000	9.00					0.07	-9300.00	-630.76	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 9	1	960000	9.00					0.07	-8700.00	-590.07	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 10	1	480000	9.00					0.03	-8100.00	-274.69	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 11	1	960000	9.00					0.07	-7500.00	-508.68	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 12	1	960000	9.00					0.07	-6900.00	-467.99	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 13	1	480000	9.00					0.03	-6300.00	-213.65	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 14	1	960000	9.00					0.07	-5700.00	-386.60	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 15	1	960000	9.00					0.07	-5100.00	-345.90	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 16	1	480000	9.00					0.03	-4500.00	-152.60	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 17	1	960000	9.00					0.07	-3900.00	-264.51	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 18	1	960000	9.00					0.07	-3300.00	-223.82	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 19	1	480000	9.00					0.03	-2700.00	-91.56	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 20	1	960000	9.00					0.07	-2100.00	-142.43	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 21	1	960000	9.00					0.07	-1500.00	-101.74	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 22	1	480000	9.00					0.03	-900.00	-30.52	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 23	1	960000	9.00					0.07	-300.00	-20.35	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 24	1	960000	9.00					0.07	300.00	20.35	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 25	1	480000	9.00					0.03	900.00	30.52	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 26	1	960000	9.00					0.07	1500.00	101.74	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 27	1	960000	9.00					0.07	2100.00	142.43	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 28	1	480000	9.00					0.03	2700.00	91.56	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 29	1	960000	9.00					0.07	3300.00	223.82	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 30	1	960000	9.00					0.07	3900.00	264.51	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 31	1	480000	9.00					0.03	4500.00	152.60	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 32	1	960000	9.00					0.07	5100.00	345.90	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 33	1	960000	9.00					0.07	5700.00	386.60	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 34	1	480000	9.00					0.03	6300.00	213.65	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 35	1	960000	9.00					0.07	6900.00	467.99	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 36	1	960000	9.00					0.07	7500.00	508.68	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 37	1	480000	9.00					0.03	8100.00	274.69	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 38	1	960000	9.00					0.07	8700.00	590.07	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 39	1	960000	9.00					0.07	9300.00	630.76	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 40	1	480000	9.00					0.03	9900.00	335.73	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 41	1	960000	9.00					0.07	10500.00	712.15	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 42	1	960000	9.00					0.07	11100.00	752.85	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 43	1	480000	9.00					0.03	11700.00	396.77	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 44	1	960000	9.00					0.07	12300.00	834.24	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 45	1	960000	9.00					0.07	12900.00	874.93	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 46	1	480000	9.00					0.03	13500.00	457.81	300.00	10.17
3	Penumpu Tengah	1	16920000.00	9.00					1.20	0.00	0.00	300.00	358.62
SEKAT													
1	Sekat 1	1	9997925.00	6					0.47	-4500.00	-2119.06	3500.00	1648.16
	Pembujur No 1	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	-4500.00	-81.39	1200.00	21.70
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	-4500.00	-81.39	2400.00	43.41
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	3000.00	316.51
	Pembujur No 5	1	1600	T 120x12	120	12			0.02	-4500.00	-81.39	3600.00	65.11
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	4200.00	443.12

2	Pembujur No 7	1	1600	I 120x12	120	12			0.02	-4500.00	-81.39	4800.00	86.81
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	I 120x12	120	12	0		0.02	-4500.00	-81.39	6000.00	108.52
	Side Stringer No 10	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	6600.00	696.33
	Sekat 2	1	9997925.00	6					0.47	4500.00	2119.06	3500.00	1648.16
	Pembujur No 1	1	1600	I 120x12	120	12			0.02	4500.00	81.39	1200.00	21.70
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	I 120x12	120	12			0.02	4500.00	81.39	2400.00	43.41
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	3000.00	316.51
1	Pembujur No 5	1	1600	I 120x12	120	12			0.02	4500.00	81.39	3600.00	65.11
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	4200.00	443.12
	Pembujur No 7	1	1600	I 120x12	120	12			0.02	4500.00	81.39	4800.00	86.81
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	I 120x12	120	12			0.02	4500.00	81.39	6000.00	108.52
	Side Stringer No 10	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	6600.00	696.33
	BAGIAN EQUIPMENT												
	Valve dia. 12 " No 1	2							0.94	-10800.00	-10152.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 2	2							0.94	-3600.00	-3384.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 3	2							0.94	3600.00	3384.00	2224.00	2090.56
2	Valve dia. 12 " No 4	2							0.94	10800.00	10152.00	2224.00	2090.56
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 1	2							0.03	-10800.00	-341.28	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 2	2							0.03	-3600.00	-113.76	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 3	2							0.03	3600.00	113.76	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 4	2							0.03	10800.00	341.28	2224.00	70.28
	Flange No 1	2							0.02	-10800.00	-228.96	2224.00	47.15
	Flange No 2	2							0.02	-3600.00	-76.32	2224.00	47.15
	Flange No 3	2							0.02	3600.00	76.32	2224.00	47.15
	Flange No 4	2							0.02	10800.00	228.96	2224.00	47.15
4	Railing	32	1100		75	10			0.21	0.00	0.00	7550.00	1564.66
	Pipa dia. 5/4" sch 40	4	28200						0.32	0.00	0.00	7525.00	2436.11
	Pipa dia. 2" sch 40	2	28200						0.25	0.00	0.00	8100.00	2046.64
	Air Pipe No 1	1	1300						0.01	-9400.00	-138.09	7400.00	108.71
	Air Pipe No 2	1	1300						0.01	-4800.00	-70.51	7400.00	108.71
	Air Pipe No 3	1	1300						0.01	4800.00	70.51	7400.00	108.71
	Air Pipe No 4	1	1300						0.01	9400.00	138.09	7400.00	108.71
	Kayu landas No 1	1	320000	150.00					0.04	-13500.00	-583.20	0.00	0.00
	Kayu landas No 2	1	320000	150.00					0.04	-11700.00	-505.44	0.00	0.00
	Kayu landas No 3	1	320000	150.00					0.04	-9900.00	-427.68	0.00	0.00
6	Kayu landas No 4	1	320000	150.00					0.04	-8100.00	-349.92	0.00	0.00
	Kayu landas No 5	1	320000	150.00					0.04	-6300.00	-272.16	0.00	0.00
	Kayu landas No 6	1	320000	150.00					0.04	-4500.00	-194.40	0.00	0.00
	Kayu landas No 7	1	320000	150.00					0.04	-2700.00	-116.64	0.00	0.00
	Kayu landas No 8	1	320000	150.00					0.04	-900.00	-38.88	0.00	0.00
	Kayu landas No 9	1	320000	150.00					0.04	900.00	38.88	0.00	0.00
	Kayu landas No 10	1	320000	150.00					0.04	2700.00	116.64	0.00	0.00
	Kayu landas No 11	1	320000	150.00					0.04	4500.00	194.40	0.00	0.00
	Kayu landas No 12	1	320000	150.00					0.04	6300.00	272.16	0.00	0.00
	Kayu landas No 13	1	320000	150.00					0.04	8100.00	349.92	0.00	0.00
7	Kayu landas No 14	1	320000	150.00					0.04	9900.00	427.68	0.00	0.00
	Kayu landas No 15	1	320000	150.00					0.04	11700.00	505.44	0.00	0.00
	Kayu landas No 16	1	320000	150.00					0.04	13500.00	583.20	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 1	1	304000	10.00					0.02	-13500.00	-322.16	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 2	1	304000	10.00					0.02	-11700.00	-279.21	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 3	1	304000	10.00					0.02	-9900.00	-236.25	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 4	1	304000	10.00					0.02	-8100.00	-193.30	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 5	1	304000	10.00					0.02	-6300.00	-150.34	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 6	1	304000	10.00					0.02	-4500.00	-107.39	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 7	1	304000	10.00					0.02	-2700.00	-64.43	0.00	0.00
8	Doubling Plate Kayu Landas No 8	1	304000	10.00					0.02	-900.00	-21.48	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 9	1	304000	10.00					0.02	900.00	21.48	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 10	1	304000	10.00					0.02	2700.00	64.43	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 11	1	304000	10.00					0.02	4500.00	107.39	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 12	1	304000	10.00					0.02	6300.00	150.34	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 13	1	304000	10.00					0.02	8100.00	193.30	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 14	1	304000	10.00					0.02	9900.00	236.25	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 15	1	304000	10.00					0.02	11700.00	279.21	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 16	1	304000	10.00					0.02	13500.00	322.16	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 1	2	240000	10.00					0.04	-13500.00	-508.68	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 2	2	240000	10.00					0.04	-11700.00	-440.86	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 3	2	240000	10.00					0.04	-9900.00	-373.03	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 4	2	240000	10.00					0.04	-8100.00	-305.21	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 5	2	240000	10.00					0.04	-6300.00	-237.38	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 6	2	240000	10.00					0.04	-4500.00	-169.56	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 7	2	240000	10.00					0.04	-2700.00	-101.74	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 8	2	240000	10.00					0.04	-900.00	-33.91	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 9	2	240000	10.00					0.04	900.00	33.91	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 10	2	240000	10.00					0.04	2700.00	101.74	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 11	2	240000	10.00					0.04	4500.00	169.56	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 12	2	240000	10.00					0.04	6300.00	237.38	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 13	2	240000	10.00					0.04	8100.00	305.21	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 14	2	240000	10.00					0.04	9900.00	373.03	0.00	0.00

9	Plate List Kayu Landas No 15	2	240000	10.00					0.04	11700.00	440.86	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 16	2	240000	10.00					0.04	13500.00	508.68	0.00	0.00
10	Wood Fender 1	1	600000	150.00					0.08	-14100.00	-1142.10	5000.00	405.00
	Wood Fender 2	1	600000	150.00					0.08	14100.00	1142.10	5000.00	405.00
11	Doubling Plate Wood Fender 1	1	840000	10.00					0.07	-14100.00	-929.75	5000.00	329.70
	Doubling Plate Wood Fender 2	1	840000	10.00					0.07	14100.00	929.75	5000.00	329.70
12	Plate List Wood Fender 1	2	400000	10.00					0.06	-14100.00	-885.48	5000.00	314.00
	Plate List Wood Fender 2	2	400000	10.00					0.06	14100.00	885.48	5000.00	314.00
13	Karet packing	2	6750000	100.00					1.67	0.00	0.00	200.00	333.18
	Karet packing	2	3500000	100.00					0.86	-13780.00	-11903.16	3500.00	3023.30
14	Karet packing	2	3500000	100.00					0.86	13780.00	11903.16	3500.00	3023.30
	Pipa Setiran Valve No 1	2	3600						0.01	-10800.00	-155.52	5300.00	76.32
15	Pipa Setiran Valve No 2	2	3600						0.01	-3600.00	-51.84	5300.00	76.32
	Pipa Setiran Valve No 3	2	3600						0.01	3600.00	51.84	5300.00	76.32
16	Pipa Setiran Valve No 4	2	3600						0.01	10800.00	155.52	5300.00	76.32
	Bollard 1	1							0.01	-13000.00	-130.00	7300.00	73.00
17	Bollard 2	1							0.01	13000.00	130.00	7300.00	73.00
18	Bolt Plate List Kayu Landas No 1	8	28.26	56					0.0001	-13500.00	-1.34	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 2	8	28.26	56					0.0001	-11700.00	-1.16	0.00	0.00
19	Bolt Plate List Kayu Landas No 3	8	28.26	56					0.0001	-9900.00	-0.98	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 4	8	28.26	56					0.0001	-8100.00	-0.81	0.00	0.00
20	Bolt Plate List Kayu Landas No 5	8	28.26	56					0.0001	-6300.00	-0.63	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 6	8	28.26	56					0.0001	-4500.00	-0.45	0.00	0.00
21	Bolt Plate List Kayu Landas No 7	8	28.26	56					0.0001	-2700.00	-0.27	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 8	8	28.26	56					0.0001	-900.00	-0.09	0.00	0.00
22	Bolt Plate List Kayu Landas No 9	8	28.26	56					0.0001	900.00	0.09	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 10	8	28.26	56					0.0001	2700.00	0.27	0.00	0.00
23	Bolt Plate List Kayu Landas No 11	8	28.26	56					0.0001	4500.00	0.45	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 12	8	28.26	56					0.0001	6300.00	0.63	0.00	0.00
24	Bolt Plate List Kayu Landas No 13	8	28.26	56					0.0001	8100.00	0.81	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 14	8	28.26	56					0.0001	9900.00	0.98	0.00	0.00
25	Bolt Plate List Kayu Landas No 15	8	28.26	56					0.0001	11700.00	1.16	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 16	8	28.26	56					0.0001	13500.00	1.34	0.00	0.00
26	Bolt Kayu Landas No 1	4	314.00	195					0.0019	-13500.00	-25.96	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 2	4	314.00	195					0.0019	-11700.00	-22.49	0.00	0.00
27	Bolt Kayu Landas No 3	4	314.00	195					0.0019	-9900.00	-19.03	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 4	4	314.00	195					0.0019	-8100.00	-15.57	0.00	0.00
28	Bolt Kayu Landas No 5	4	314.00	195					0.0019	-6300.00	-12.11	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 6	4	314.00	195					0.0019	-4500.00	-8.65	0.00	0.00
29	Bolt Kayu Landas No 7	4	314.00	195					0.0019	-2700.00	-5.19	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 8	4	314.00	195					0.0019	-900.00	-1.73	0.00	0.00
30	Bolt Kayu Landas No 9	4	314.00	195					0.0019	900.00	1.73	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 10	4	314.00	195					0.0019	2700.00	5.19	0.00	0.00
31	Bolt Kayu Landas No 11	4	314.00	195					0.0019	4500.00	8.65	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 12	4	314.00	195					0.0019	6300.00	12.11	0.00	0.00
32	Bolt Kayu Landas No 13	4	314.00	195					0.0019	8100.00	15.57	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 14	4	314.00	195					0.0019	9900.00	19.03	0.00	0.00
33	Bolt Kayu Landas No 15	4	314.00	195					0.0019	11700.00	22.49	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 16	4	314.00	195					0.0019	13500.00	25.96	0.00	0.00
34	Bolt Karet Packing												
	Bolt Karet Packing Posisi 1												
35	No 1	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	475.00	0.16
	No 2	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	1000.00	0.35
36	No 3	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	1600.00	0.55
	No 4	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	2200.00	0.76
37	No 5	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	2800.00	0.97
	No 6	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	3400.00	1.17
38	No 7	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	4000.00	1.38
	No 8	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	4600.00	1.59
39	No 9	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	5200.00	1.79
	No 10	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	5800.00	2.00
40	No 11	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	6400.00	2.21
	No 12	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	6800.00	2.35
41	Bolt Karet Packing Posisi 2												
	No 1	2	314.00	70					0.0003	-13125.00	-4.53	200.00	0.07
42	No 2	2	314.00	70					0.0003	-12375.00	-4.27	200.00	0.07
	No 3	2	314.00	70					0.0003	-11625.00	-4.01	200.00	0.07
43	No 4	2	314.00	70					0.0003	-10875.00	-3.75	200.00	0.07
	No 5	2	314.00	70					0.0003	-10125.00	-3.49	200.00	0.07
44	No 6	2	314.00	70					0.0003	-9375.00	-3.24	200.00	0.07
	No 7	2	314.00	70					0.0003	-8625.00	-2.98	200.00	0.07
45	No 8	2	314.00	70					0.0003	-7875.00	-2.72	200.00	0.07
	No 9	2	314.00	70					0.0003	-7125.00	-2.46	200.00	0.07
46	No 10	2	314.00	70					0.0003	-6375.00	-2.20	200.00	0.07
	No 11	2	314.00	70					0.0003	-5625.00	-1.94	200.00	0.07
47	No 12	2	314.00	70					0.0003	-4875.00	-1.68	200.00	0.07
	No 13	2	314.00	70					0.0003	-4125.00	-1.42	200.00	0.07
48	No 14	2	314.00	70					0.0003	-3375.00	-1.16	200.00	0.07
	No 15	2	314.00	70					0.0003	-2625.00	-0.91	200.00	0.07
49	No 16	2	314.00	70					0.0003	-1875.00	-0.65	200.00	0.07
	No 17	2	314.00	70					0.0003	-1125.00	-0.39	200.00	0.07

[illegible]

PERHITUNGAN BERAT DAN TITIK BERAT PINTU DOCK

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.65 m

NO	DESCRIPTION	Jumlah	Panjang (mm) / Luas (mm ²)	Profil /tebal (mm)				BERAT (TON)	LCG from Midship (mm)	MOMEN LCG (tonmm)	VCG from BL	MOMEN vccg (tonmm)	
	BAGIAN ATAS												
1	Pelat Geladak	1	45120000.00	7				2.48	0.00	0.00	7000.00	17355.41	
2	Balok Besar No 1	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-13500.00	-244.17	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 2	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-12900.00	-97.21	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 3	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-12300.00	-92.69	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 4	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-11700.00	-211.61	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 5	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-11100.00	-83.65	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 6	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-10500.00	-79.13	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 7	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-9900.00	-179.06	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 8	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-9300.00	-70.08	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 9	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-8700.00	-65.56	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 10	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-8100.00	-146.50	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 11	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-7500.00	-56.52	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 12	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	-6900.00	-26.00	7000.00	26.38	
	Balok Besar No 13	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-6300.00	-113.94	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 14	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-5700.00	-42.96	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 15	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-5100.00	-38.43	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 16	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-4500.00	-81.39	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 17	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-3900.00	-29.39	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 18	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-3300.00	-24.87	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 19	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-2700.00	-48.83	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 20	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	-2100.00	-7.91	7000.00	26.38	
	Balok Geladak No 21	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-1500.00	-11.30	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 22	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-900.00	-16.28	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 23	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-300.00	-2.26	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 24	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	300.00	2.26	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 25	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	900.00	16.28	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 26	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	1500.00	11.30	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 27	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	2100.00	7.91	7000.00	26.38	
	Balok Besar No 28	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	2700.00	48.83	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 29	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	3300.00	24.87	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 30	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	3900.00	29.39	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 31	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	4500.00	81.39	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 32	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	5100.00	38.43	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 33	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	5700.00	42.96	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 34	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	6300.00	113.94	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 35	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	6900.00	26.00	7000.00	26.38	
	Balok Geladak No 36	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	7500.00	56.52	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 37	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	8100.00	146.50	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 38	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	8700.00	65.56	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 39	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	9300.00	70.08	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 40	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	9900.00	179.06	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 41	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	10500.00	79.13	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 42	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	11100.00	83.65	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 43	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	11700.00	211.61	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 44	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	12300.00	92.69	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 45	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	12900.00	97.21	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 46	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	13500.00	244.17	7000.00	126.60	
3	Penumpu Tengah Geladak	1	28200.00	I 75 x 10	75	10		0.17	0.00	0.00	7000.00	1162.19	
	BAGIAN SISI												
1	Pelat Sisi	2	198189600.00	10				31.12	0.00	0.00	3500.00	108905.19	
2	Pembujur No 1	2	27706	I 140x10	140	10		0.61	0.00	0.00	1200.00	730.77	
	Side Stringer No 2	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	1800.00	6300.17
	Pembujur No 3	2	27706	I 140x10	140	10		0.61	0.00	0.00	2400.00	1461.55	
	Side Stringer No 4	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	3000.00	10500.29
	Pembujur No 5	2	27706	I 140x10	140	10		0.61	0.00	0.00	3600.00	2192.32	
	Side Stringer No 6	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	4200.00	14700.40
	Pembujur No 7	2	27706	I 140x10	140	10		0.61	0.00	0.00	4800.00	2923.09	
	Side Stringer No 8	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	5400.00	18900.51
	Pembujur No 9	2	27706	I 140x10	140	10		0.61	0.00	0.00	6000.00	3653.87	
3	Web Frame No 1	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-13500.00	-12249.01	3500.00	3175.67
	Web Frame No 2	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-11700.00	-10615.81	3500.00	3175.67
	Web Frame No 3	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-9900.00	-8982.61	3500.00	3175.67
	Web Frame No 4	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-8100.00	-7349.41	3500.00	3175.67
	Web Frame No 5	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-6300.00	-5716.21	3500.00	3175.67
	Web Frame No 6	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-2700.00	-2449.80	3500.00	3175.67
	Web Frame No 7	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-900.00	-816.60	3500.00	3175.67
	Web Frame No 8	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	900.00	816.60	3500.00	3175.67
	Web Frame No 9	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	2700.00	2449.80	3500.00	3175.67
	Web Frame No 10	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	6300.00	5716.21	3500.00	3175.67
	Web Frame No 11	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	8100.00	7349.41	3500.00	3175.67
	Web Frame No 12	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	9900.00	8982.61	3500.00	3175.67
	Web Frame No 13	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	11700.00	10615.81	3500.00	3175.67
	Web Frame No 14	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	13500.00	12249.01	3500.00	3175.67

BAGIAN UJUNG DEPAN													
1	Pelat Depan	1	11244800.00	10					0.88	14100.00	12446.31	3500.00	3089.51
2	Pembujur No 1	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	14100.00	247.93	1200.00	21.10
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	14100.00	247.93	2400.00	42.20
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	3000.00	316.51
	Pembujur No 5	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	14100.00	247.93	3600.00	63.30
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	4200.00	443.12
	Pembujur No 7	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	14100.00	247.93	4800.00	84.40
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	14100.00	247.93	6000.00	105.50
BAGIAN UJUNG BELAKANG													
1	Pelat Belakang	1	11244800.00	10					0.88	-14100.00	-12446.31	3500.00	3089.51
2	Pembujur No 1	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-14100.00	-247.93	1200.00	21.10
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-14100.00	-247.93	2400.00	42.20
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	3000.00	316.51
	Pembujur No 5	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-14100.00	-247.93	3600.00	63.30
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	4200.00	443.12
	Pembujur No 7	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-14100.00	-247.93	4800.00	84.40
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-14100.00	-247.93	6000.00	105.50
BAGIAN ALAS													
1	Pelat Alas	1	45120000.00	14					4.96	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Wrang Pelat No 1	1	480000	9.00					0.03	-13500.00	-457.81	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 2	1	960000	9.00					0.07	-12900.00	-874.93	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 3	1	960000	9.00					0.07	-12300.00	-834.24	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 4	1	480000	9.00					0.03	-11700.00	-396.77	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 5	1	960000	9.00					0.07	-11100.00	-752.85	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 6	1	960000	9.00					0.07	-10500.00	-712.15	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 7	1	480000	9.00					0.03	-9900.00	-335.73	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 8	1	960000	9.00					0.07	-9300.00	-630.76	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 9	1	960000	9.00					0.07	-8700.00	-590.07	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 10	1	480000	9.00					0.03	-8100.00	-274.69	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 11	1	960000	9.00					0.07	-7500.00	-508.68	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 12	1	960000	9.00					0.07	-6900.00	-467.99	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 13	1	480000	9.00					0.03	-6300.00	-213.65	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 14	1	960000	9.00					0.07	-5700.00	-386.60	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 15	1	960000	9.00					0.07	-5100.00	-345.90	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 16	1	480000	9.00					0.03	-4500.00	-152.60	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 17	1	960000	9.00					0.07	-3900.00	-264.51	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 18	1	960000	9.00					0.07	-3300.00	-223.82	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 19	1	480000	9.00					0.03	-2700.00	-91.56	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 20	1	960000	9.00					0.07	-2100.00	-142.43	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 21	1	960000	9.00					0.07	-1500.00	-101.74	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 22	1	480000	9.00					0.03	-900.00	-30.52	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 23	1	960000	9.00					0.07	-300.00	-20.35	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 24	1	960000	9.00					0.07	300.00	20.35	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 25	1	480000	9.00					0.03	900.00	30.52	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 26	1	960000	9.00					0.07	1500.00	101.74	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 27	1	960000	9.00					0.07	2100.00	142.43	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 28	1	480000	9.00					0.03	2700.00	91.56	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 29	1	960000	9.00					0.07	3300.00	223.82	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 30	1	960000	9.00					0.07	3900.00	264.51	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 31	1	480000	9.00					0.03	4500.00	152.60	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 32	1	960000	9.00					0.07	5100.00	345.90	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 33	1	960000	9.00					0.07	5700.00	386.60	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 34	1	480000	9.00					0.03	6300.00	213.65	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 35	1	960000	9.00					0.07	6900.00	467.99	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 36	1	960000	9.00					0.07	7500.00	508.68	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 37	1	480000	9.00					0.03	8100.00	274.69	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 38	1	960000	9.00					0.07	8700.00	590.07	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 39	1	960000	9.00					0.07	9300.00	630.76	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 40	1	480000	9.00					0.03	9900.00	335.73	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 41	1	960000	9.00					0.07	10500.00	712.15	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 42	1	960000	9.00					0.07	11100.00	752.85	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 43	1	480000	9.00					0.03	11700.00	396.77	300.00	10.17
	Wrang Pelat No 44	1	960000	9.00					0.07	12300.00	834.24	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 45	1	960000	9.00					0.07	12900.00	874.93	300.00	20.35
	Wrang Pelat No 46	1	480000	9.00					0.03	13500.00	457.81	300.00	10.17
3	Penumpu Tengah	1	16920000.00	9.00					1.20	0.00	0.00	300.00	358.62
SEKAT													
1	Sekat 1	1	10111062.00	6					0.48	-4500.00	-2143.04	3500.00	1666.81
	Pembujur No 1	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-4500.00	-79.13	1200.00	21.10
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-4500.00	-79.13	2400.00	42.20
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	3000.00	316.51
	Pembujur No 5	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-4500.00	-79.13	3600.00	63.30
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	4200.00	443.12
	Pembujur No 7	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-4500.00	-79.13	4800.00	84.40
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-4500.00	-79.13	6000.00	105.50

2	Pembujur No 7	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	-4500.00	-79.13	4800.00	84.40
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	I 140x10	140	10	0		0.02	-4500.00	-79.13	6000.00	105.50
	Sekat 2	1	10111062.00	6					0.48	4500.00	2143.04	3500.00	1666.81
	Pembujur No 1	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	4500.00	79.13	1200.00	21.10
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	4500.00	79.13	2400.00	42.20
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	3000.00	316.51
1	Pembujur No 5	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	4500.00	79.13	3600.00	63.30
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	4200.00	443.12
	Pembujur No 7	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	4500.00	79.13	4800.00	84.40
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	5400.00	569.72
	Pembujur No 9	1	1600	I 140x10	140	10			0.02	4500.00	79.13	6000.00	105.50
	BAGIAN EQUIPMENT												
	Valve dia. 12 " No 1	2							0.94	-10800.00	-10152.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 2	2							0.94	-3600.00	-3384.00	2224.00	2090.56
2	Valve dia. 12 " No 3	2							0.94	3600.00	3384.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 4	2							0.94	10800.00	10152.00	2224.00	2090.56
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 1	2							0.03	-10800.00	-341.28	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 2	2							0.03	-3600.00	-113.76	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 3	2							0.03	3600.00	113.76	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 4	2							0.03	10800.00	341.28	2224.00	70.28
	Flange No 1	2							0.02	-10800.00	-228.96	2224.00	47.15
	Flange No 2	2							0.02	-3600.00	-76.32	2224.00	47.15
3	Flange No 3	2							0.02	3600.00	76.32	2224.00	47.15
	Flange No 4	2							0.02	10800.00	228.96	2224.00	47.15
	Railing	32	1100		75	10			0.21	0.00	0.00	7550.00	1564.66
	Pipa dia. 5/4" sch 40	4	28200						0.32	0.00	0.00	7525.00	2436.11
	Pipa dia. 2" sch 40	2	28200						0.25	0.00	0.00	8100.00	2046.64
	Air Pipe No 1	1	1300						0.01	-9400.00	-138.09	7400.00	108.71
	Air Pipe No 2	1	1300						0.01	-4800.00	-70.51	7400.00	108.71
	Air Pipe No 3	1	1300						0.01	4800.00	70.51	7400.00	108.71
4	Air Pipe No 4	1	1300						0.01	9400.00	138.09	7400.00	108.71
	Kayu landas No 1	1	320000	150.00					0.04	-13500.00	-583.20	0.00	0.00
	Kayu landas No 2	1	320000	150.00					0.04	-11700.00	-505.44	0.00	0.00
	Kayu landas No 3	1	320000	150.00					0.04	-9900.00	-427.68	0.00	0.00
	Kayu landas No 4	1	320000	150.00					0.04	-8100.00	-349.92	0.00	0.00
	Kayu landas No 5	1	320000	150.00					0.04	-6300.00	-272.16	0.00	0.00
	Kayu landas No 6	1	320000	150.00					0.04	-4500.00	-194.40	0.00	0.00
	Kayu landas No 7	1	320000	150.00					0.04	-2700.00	-116.64	0.00	0.00
5	Kayu landas No 8	1	320000	150.00					0.04	-900.00	-38.88	0.00	0.00
	Kayu landas No 9	1	320000	150.00					0.04	900.00	38.88	0.00	0.00
	Kayu landas No 10	1	320000	150.00					0.04	2700.00	116.64	0.00	0.00
	Kayu landas No 11	1	320000	150.00					0.04	4500.00	194.40	0.00	0.00
	Kayu landas No 12	1	320000	150.00					0.04	6300.00	272.16	0.00	0.00
	Kayu landas No 13	1	320000	150.00					0.04	8100.00	349.92	0.00	0.00
	Kayu landas No 14	1	320000	150.00					0.04	9900.00	427.68	0.00	0.00
	Kayu landas No 15	1	320000	150.00					0.04	11700.00	505.44	0.00	0.00
6	Kayu landas No 16	1	320000	150.00					0.04	13500.00	583.20	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 1	1	304000	10.00					0.02	-13500.00	-322.16	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 2	1	304000	10.00					0.02	-11700.00	-279.21	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 3	1	304000	10.00					0.02	-9900.00	-236.25	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 4	1	304000	10.00					0.02	-8100.00	-193.30	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 5	1	304000	10.00					0.02	-6300.00	-150.34	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 6	1	304000	10.00					0.02	-4500.00	-107.39	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 7	1	304000	10.00					0.02	-2700.00	-64.43	0.00	0.00
7	Doubling Plate Kayu Landas No 8	1	304000	10.00					0.02	-900.00	-21.48	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 9	1	304000	10.00					0.02	900.00	21.48	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 10	1	304000	10.00					0.02	2700.00	64.43	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 11	1	304000	10.00					0.02	4500.00	107.39	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 12	1	304000	10.00					0.02	6300.00	150.34	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 13	1	304000	10.00					0.02	8100.00	193.30	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 14	1	304000	10.00					0.02	9900.00	236.25	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 15	1	304000	10.00					0.02	11700.00	279.21	0.00	0.00
8	Doubling Plate Kayu Landas No 16	1	304000	10.00					0.02	13500.00	322.16	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 1	2	240000	10.00					0.04	-13500.00	-508.68	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 2	2	240000	10.00					0.04	-11700.00	-440.86	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 3	2	240000	10.00					0.04	-9900.00	-373.03	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 4	2	240000	10.00					0.04	-8100.00	-305.21	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 5	2	240000	10.00					0.04	-6300.00	-237.38	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 6	2	240000	10.00					0.04	-4500.00	-169.56	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 7	2	240000	10.00					0.04	-2700.00	-101.74	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 8	2	240000	10.00					0.04	-900.00	-33.91	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 9	2	240000	10.00					0.04	900.00	33.91	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 10	2	240000	10.00					0.04	2700.00	101.74	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 11	2	240000	10.00					0.04	4500.00	169.56	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 12	2	240000	10.00					0.04	6300.00	237.38	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 13	2	240000	10.00					0.04	8100.00	305.21	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 14	2	240000	10.00					0.04	9900.00	373.03	0.00	0.00

9	Plate List Kayu Landas No 15	2	240000	10.00					0.04	11700.00	440.86	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 16	2	240000	10.00					0.04	13500.00	508.68	0.00	0.00
10	Wood Fender 1	1	600000	150.00					0.08	-14100.00	-1142.10	5000.00	405.00
	Wood Fender 2	1	600000	150.00					0.08	14100.00	1142.10	5000.00	405.00
11	Doubling Plate Wood Fender 1	1	840000	10.00					0.07	-14100.00	-929.75	5000.00	329.70
	Doubling Plate Wood Fender 2	1	840000	10.00					0.07	14100.00	929.75	5000.00	329.70
12	Plate List Wood Fender 1	2	400000	10.00					0.06	-14100.00	-885.48	5000.00	314.00
	Plate List Wood Fender 2	2	400000	10.00					0.06	14100.00	885.48	5000.00	314.00
13	Karet packing	2	6750000	100.00					1.67	0.00	0.00	200.00	333.18
	Karet packing	2	3500000	100.00					0.86	-13780.00	-11903.16	3500.00	3023.30
14	Karet packing	2	3500000	100.00					0.86	13780.00	11903.16	3500.00	3023.30
	Pipa Setiran Valve No 1	2	3200						0.01	-10800.00	-138.24	5300.00	67.84
15	Pipa Setiran Valve No 2	2	3200						0.01	-3600.00	-46.08	5300.00	67.84
	Pipa Setiran Valve No 3	2	3200						0.01	3600.00	46.08	5300.00	67.84
16	Pipa Setiran Valve No 4	2	3200						0.01	10800.00	138.24	5300.00	67.84
	Bollard 1	1							0.01	-13000.00	-130.00	7300.00	73.00
17	Bollard 2	1							0.01	13000.00	130.00	7300.00	73.00
18	Bolt Plate List Kayu Landas No 1	8	28.26	56					0.0001	-13500.00	-1.34	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 2	8	28.26	56					0.0001	-11700.00	-1.16	0.00	0.00
19	Bolt Plate List Kayu Landas No 3	8	28.26	56					0.0001	-9900.00	-0.98	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 4	8	28.26	56					0.0001	-8100.00	-0.81	0.00	0.00
20	Bolt Plate List Kayu Landas No 5	8	28.26	56					0.0001	-6300.00	-0.63	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 6	8	28.26	56					0.0001	-4500.00	-0.45	0.00	0.00
21	Bolt Plate List Kayu Landas No 7	8	28.26	56					0.0001	-2700.00	-0.27	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 8	8	28.26	56					0.0001	-900.00	-0.09	0.00	0.00
22	Bolt Plate List Kayu Landas No 9	8	28.26	56					0.0001	900.00	0.09	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 10	8	28.26	56					0.0001	2700.00	0.27	0.00	0.00
23	Bolt Plate List Kayu Landas No 11	8	28.26	56					0.0001	4500.00	0.45	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 12	8	28.26	56					0.0001	6300.00	0.63	0.00	0.00
24	Bolt Plate List Kayu Landas No 13	8	28.26	56					0.0001	8100.00	0.81	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 14	8	28.26	56					0.0001	9900.00	0.98	0.00	0.00
25	Bolt Plate List Kayu Landas No 15	8	28.26	56					0.0001	11700.00	1.16	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 16	8	28.26	56					0.0001	13500.00	1.34	0.00	0.00
26	Bolt Kayu Landas No 1	4	314.00	195					0.0019	-13500.00	-25.96	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 2	4	314.00	195					0.0019	-11700.00	-22.49	0.00	0.00
27	Bolt Kayu Landas No 3	4	314.00	195					0.0019	-9900.00	-19.03	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 4	4	314.00	195					0.0019	-8100.00	-15.57	0.00	0.00
28	Bolt Kayu Landas No 5	4	314.00	195					0.0019	-6300.00	-12.11	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 6	4	314.00	195					0.0019	-4500.00	-8.65	0.00	0.00
29	Bolt Kayu Landas No 7	4	314.00	195					0.0019	-2700.00	-5.19	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 8	4	314.00	195					0.0019	-900.00	-1.73	0.00	0.00
30	Bolt Kayu Landas No 9	4	314.00	195					0.0019	900.00	1.73	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 10	4	314.00	195					0.0019	2700.00	5.19	0.00	0.00
31	Bolt Kayu Landas No 11	4	314.00	195					0.0019	4500.00	8.65	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 12	4	314.00	195					0.0019	6300.00	12.11	0.00	0.00
32	Bolt Kayu Landas No 13	4	314.00	195					0.0019	8100.00	15.57	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 14	4	314.00	195					0.0019	9900.00	19.03	0.00	0.00
33	Bolt Kayu Landas No 15	4	314.00	195					0.0019	11700.00	22.49	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 16	4	314.00	195					0.0019	13500.00	25.96	0.00	0.00
34	Bolt Karet Packing												
	Bolt Karet Packing Posisi 1												
35	No 1	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	475.00	0.16
	No 2	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	1000.00	0.35
36	No 3	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	1600.00	0.55
	No 4	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	2200.00	0.76
37	No 5	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	2800.00	0.97
	No 6	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	3400.00	1.17
38	No 7	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	4000.00	1.38
	No 8	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	4600.00	1.59
39	No 9	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	5200.00	1.79
	No 10	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	5800.00	2.00
40	No 11	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	6400.00	2.21
	No 12	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	6800.00	2.35
41	Bolt Karet Packing Posisi 2												
	No 1	2	314.00	70					0.0003	-13125.00	-4.53	200.00	0.07
42	No 2	2	314.00	70					0.0003	-12375.00	-4.27	200.00	0.07
	No 3	2	314.00	70					0.0003	-11625.00	-4.01	200.00	0.07
43	No 4	2	314.00	70					0.0003	-10875.00	-3.75	200.00	0.07
	No 5	2	314.00	70					0.0003	-10125.00	-3.49	200.00	0.07
44	No 6	2	314.00	70					0.0003	-9375.00	-3.24	200.00	0.07
	No 7	2	314.00	70					0.0003	-8625.00	-2.98	200.00	0.07
45	No 8	2	314.00	70					0.0003	-7875.00	-2.72	200.00	0.07
	No 9	2	314.00	70					0.0003	-7125.00	-2.46	200.00	0.07
46	No 10	2	314.00	70					0.0003	-6375.00	-2.20	200.00	0.07
	No 11	2	314.00	70					0.0003	-5625.00	-1.94	200.00	0.07
47	No 12	2	314.00	70					0.0003	-4875.00	-1.68	200.00	0.07
	No 13	2	314.00	70					0.0003	-4125.00	-1.42	200.00	0.07
48	No 14	2	314.00	70					0.0003	-3375.00	-1.16	200.00	0.07
	No 15	2	314.00	70					0.0003	-2625.00	-0.91	200.00	0.07
49	No 16	2	314.00	70					0.0003	-1875.00	-0.65	200.00	0.07
	No 17	2	314.00	70					0.0003	-1125.00	-0.39	200.00	0.07

Berat Total	=	92.48	ton		
LCGtotal	=	S_0/S_1		VCG _{total}	= S_0/S_2
	=	0.00	mm		= 3025.12 mm

PERHITUNGAN BERAT DAN TITIK BERAT PINTU DOCK

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.70 m

NO	DESCRIPTION	Jumlah	Panjang (mm) / Luas (mm ²)	Profil /tebal (mm)				BERAT (TON)	LCG from Midship (mm)	MOMEN LCG (tonmm)	VCG from BL	MOMEN vcc (tonmm)	
	BAGIAN ATAS												
1	Pelat Geladak	1	45120000.00	7				2.48	0.00	0.00	7000.00	17355.41	
2	Balok Besar No 1	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-13500.00	-244.17	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 2	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-12900.00	-97.21	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 3	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-12300.00	-92.69	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 4	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-11700.00	-211.61	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 5	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-11100.00	-83.65	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 6	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-10500.00	-79.13	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 7	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-9900.00	-179.06	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 8	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-9300.00	-70.08	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 9	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-8700.00	-65.56	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 10	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-8100.00	-146.50	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 11	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-7500.00	-56.52	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 12	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	-6900.00	-26.00	7000.00	26.38	
	Balok Besar No 13	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-6300.00	-113.94	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 14	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-5700.00	-42.96	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 15	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-5100.00	-38.43	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 16	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-4500.00	-81.39	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 17	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-3900.00	-29.39	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 18	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-3300.00	-24.87	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 19	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-2700.00	-48.83	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 20	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	-2100.00	-7.91	7000.00	26.38	
	Balok Geladak No 21	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-1500.00	-11.30	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 22	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	-900.00	-16.28	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 23	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	-300.00	-2.26	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 24	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	300.00	2.26	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 25	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	900.00	16.28	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 26	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	1500.00	11.30	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 27	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	2100.00	7.91	7000.00	26.38	
	Balok Besar No 28	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	2700.00	48.83	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 29	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	3300.00	24.87	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 30	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	3900.00	29.39	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 31	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	4500.00	81.39	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 32	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	5100.00	38.43	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 33	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	5700.00	42.96	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 34	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	6300.00	113.94	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 35	1	800.00	I 75 x 8	75	8		0.00	6900.00	26.00	7000.00	26.38	
	Balok Geladak No 36	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	7500.00	56.52	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 37	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	8100.00	146.50	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 38	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	8700.00	65.56	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 39	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	9300.00	70.08	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 40	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	9900.00	179.06	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 41	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	10500.00	79.13	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 42	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	11100.00	83.65	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 43	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	11700.00	211.61	7000.00	126.60	
	Balok Geladak No 44	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	12300.00	92.69	7000.00	52.75	
	Balok Geladak No 45	1	1600.00	I 75 x 8	75	8		0.01	12900.00	97.21	7000.00	52.75	
	Balok Besar No 46	1	1600.00	I 120 x 12	120	12		0.02	13500.00	244.17	7000.00	126.60	
3	Penumpu Tengah Geladak	1	28200.00	I 75 x 10	75	10		0.17	0.00	0.00	7000.00	1162.19	
	BAGIAN SISI												
1	Pelat Sisi	2	198189600.00	11				34.23	0.00	0.00	3500.00	119795.70	
2	Pembujur No 1	2	27706	I 120x13	120	13		0.68	0.00	0.00	1200.00	814.29	
	Side Stringer No 2	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	1800.00	6300.17
	Pembujur No 3	2	27706	I 120x13	120	13		0.68	0.00	0.00	2400.00	1628.58	
	Side Stringer No 4	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	3000.00	10500.29
	Pembujur No 5	2	27706	I 120x13	120	13		0.68	0.00	0.00	3600.00	2442.87	
	Side Stringer No 6	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	4200.00	14700.40
	Pembujur No 7	2	27706	I 120x13	120	13		0.68	0.00	0.00	4800.00	3257.16	
	Side Stringer No 8	2	26540	T 400x300x12	400	12	300	12	3.50	0.00	0.00	5400.00	18900.51
3	Web Frame No 1	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-13500.00	-12249.01	3500.00	3175.67
	Web Frame No 2	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-11700.00	-10615.81	3500.00	3175.67
	Web Frame No 3	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-9900.00	-8982.61	3500.00	3175.67
	Web Frame No 4	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-8100.00	-7349.41	3500.00	3175.67
	Web Frame No 5	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-6300.00	-5716.21	3500.00	3175.67
	Web Frame No 6	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-2700.00	-2449.80	3500.00	3175.67
	Web Frame No 7	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	-900.00	-816.60	3500.00	3175.67
	Web Frame No 8	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	900.00	816.60	3500.00	3175.67
	Web Frame No 9	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	2700.00	2449.80	3500.00	3175.67
	Web Frame No 10	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	6300.00	5716.21	3500.00	3175.67
	Web Frame No 11	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	8100.00	7349.41	3500.00	3175.67
	Web Frame No 12	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	9900.00	8982.61	3500.00	3175.67
	Web Frame No 13	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	11700.00	10615.81	3500.00	3175.67
	Web Frame No 14	2	6880.00	T 400x300x12	400	12	300	12	0.91	13500.00	12249.01	3500.00	3175.67

BAGIAN UJUNG DEPAN														
1	Pelat Depan	1	11244800.00	11					0.97	14100.00	13690.94	3500.00	3398.46	
2	Pembujur No 1	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	14100.00	276.27	1200.00	23.51	
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	1800.00	189.91	
	Pembujur No 3	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	14100.00	276.27	2400.00	47.02	
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	3000.00	316.51	
	Pembujur No 5	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	14100.00	276.27	3600.00	70.54	
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	4200.00	443.12	
	Pembujur No 7	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	14100.00	276.27	4800.00	94.05	
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	14100.00	1487.61	5400.00	569.72	
BAGIAN UJUNG BELAKANG														
1	Pelat Belakang	1	11244800.00	11					0.97	-14100.00	-13690.94	3500.00	3398.46	
2	Pembujur No 1	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-14100.00	-276.27	1200.00	23.51	
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	1800.00	189.91	
	Pembujur No 3	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-14100.00	-276.27	2400.00	47.02	
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	3000.00	316.51	
	Pembujur No 5	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-14100.00	-276.27	3600.00	70.54	
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	4200.00	443.12	
	Pembujur No 7	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-14100.00	-276.27	4800.00	94.05	
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-14100.00	-1487.61	5400.00	569.72	
BAGIAN ALAS														
1	Pelat Alas	1	45120000.00	14					4.96	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	Wrang Pelat No 1	1	480000	9.00					0.03	-13500.00	-457.81	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 2	1	960000	9.00					0.07	-12900.00	-874.93	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 3	1	960000	9.00					0.07	-12300.00	-834.24	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 4	1	480000	9.00					0.03	-11700.00	-396.77	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 5	1	960000	9.00					0.07	-11100.00	-752.85	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 6	1	960000	9.00					0.07	-10500.00	-712.15	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 7	1	480000	9.00					0.03	-9900.00	-335.73	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 8	1	960000	9.00					0.07	-9300.00	-630.76	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 9	1	960000	9.00					0.07	-8700.00	-590.07	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 10	1	480000	9.00					0.03	-8100.00	-274.69	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 11	1	960000	9.00					0.07	-7500.00	-508.68	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 12	1	960000	9.00					0.07	-6900.00	-467.99	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 13	1	480000	9.00					0.03	-6300.00	-213.65	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 14	1	960000	9.00					0.07	-5700.00	-386.60	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 15	1	960000	9.00					0.07	-5100.00	-345.90	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 16	1	480000	9.00					0.03	-4500.00	-152.60	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 17	1	960000	9.00					0.07	-3900.00	-264.51	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 18	1	960000	9.00					0.07	-3300.00	-223.82	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 19	1	480000	9.00					0.03	-2700.00	-91.56	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 20	1	960000	9.00					0.07	-2100.00	-142.43	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 21	1	960000	9.00					0.07	-1500.00	-101.74	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 22	1	480000	9.00					0.03	-900.00	-30.52	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 23	1	960000	9.00					0.07	-300.00	-20.35	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 24	1	960000	9.00					0.07	300.00	20.35	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 25	1	480000	9.00					0.03	900.00	30.52	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 26	1	960000	9.00					0.07	1500.00	101.74	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 27	1	960000	9.00					0.07	2100.00	142.43	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 28	1	480000	9.00					0.03	2700.00	91.56	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 29	1	960000	9.00					0.07	3300.00	223.82	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 30	1	960000	9.00					0.07	3900.00	264.51	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 31	1	480000	9.00					0.03	4500.00	152.60	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 32	1	960000	9.00					0.07	5100.00	345.90	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 33	1	960000	9.00					0.07	5700.00	386.60	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 34	1	480000	9.00					0.03	6300.00	213.65	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 35	1	960000	9.00					0.07	6900.00	467.99	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 36	1	960000	9.00					0.07	7500.00	508.68	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 37	1	480000	9.00					0.03	8100.00	274.69	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 38	1	960000	9.00					0.07	8700.00	590.07	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 39	1	960000	9.00					0.07	9300.00	630.76	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 40	1	480000	9.00					0.03	9900.00	335.73	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 41	1	960000	9.00					0.07	10500.00	712.15	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 42	1	960000	9.00					0.07	11100.00	752.85	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 43	1	480000	9.00					0.03	11700.00	396.77	300.00	10.17	
	Wrang Pelat No 44	1	960000	9.00					0.07	12300.00	834.24	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 45	1	960000	9.00					0.07	12900.00	874.93	300.00	20.35	
	Wrang Pelat No 46	1	480000	9.00					0.03	13500.00	457.81	300.00	10.17	
3	Penumpu Tengah	1	16920000.00	9.00					1.20	0.00	0.00	300.00	358.62	
SEKAT														
1	Sekat 1	1	10238340.00	6					0.48	-4500.00	-2170.02	3500.00	1687.79	
	Pembujur No 1	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-4500.00	-88.17	1200.00	23.51	
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	1800.00	189.91	
	Pembujur No 3	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-4500.00	-88.17	2400.00	47.02	
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	3000.00	316.51	
	Pembujur No 5	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-4500.00	-88.17	3600.00	70.54	
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	4200.00	443.12	
	Pembujur No 7	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-4500.00	-88.17	4800.00	94.05	
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	5400.00	569.72	

2	Pembujur No 7	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	-4500.00	-88.17	4800.00	94.05
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	-4500.00	-474.77	5400.00	569.72
	Sekat 2	1	10238340.00	6					0.48	4500.00	2170.02	3500.00	1687.79
	Pembujur No 1	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	4500.00	88.17	1200.00	23.51
	Side Stringer No 2	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	1800.00	189.91
	Pembujur No 3	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	4500.00	88.17	2400.00	47.02
	Side Stringer No 4	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	3000.00	316.51
	Pembujur No 5	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	4500.00	88.17	3600.00	70.54
	Side Stringer No 6	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	4200.00	443.12
	Pembujur No 7	1	1600	I 120x13	120	13			0.02	4500.00	88.17	4800.00	94.05
	Side Stringer No 8	1	1600	T 400x300x12	400	12	300	12	0.11	4500.00	474.77	5400.00	569.72
	BAGIAN EQUIPMENT												
	1 Valve dia. 12 " No 1	2							0.94	-10800.00	-10152.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 2	2							0.94	-3600.00	-3384.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 3	2							0.94	3600.00	3384.00	2224.00	2090.56
	Valve dia. 12 " No 4	2							0.94	10800.00	10152.00	2224.00	2090.56
2	Pipa dia. 12" Sch 40 No 1	2							0.03	-10800.00	-341.28	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 2	2							0.03	-3600.00	-113.76	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 3	2							0.03	3600.00	113.76	2224.00	70.28
	Pipa dia. 12" Sch 40 No 4	2							0.03	10800.00	341.28	2224.00	70.28
3	Flange No 1	2							0.02	-10800.00	-228.96	2224.00	47.15
	Flange No 2	2							0.02	-3600.00	-76.32	2224.00	47.15
	Flange No 3	2							0.02	3600.00	76.32	2224.00	47.15
	Flange No 4	2							0.02	10800.00	228.96	2224.00	47.15
4	Railing	32	1100		75	10			0.21	0.00	0.00	7550.00	1564.66
	Pipa dia. 5/4" sch 40	4	28200						0.32	0.00	0.00	7525.00	2436.11
	Pipa dia. 2" sch 40	2	28200						0.25	0.00	0.00	8100.00	2046.64
5	Air Pipe No 1	1	1300						0.01	-9400.00	-138.09	7400.00	108.71
	Air Pipe No 2	1	1300						0.01	-4800.00	-70.51	7400.00	108.71
	Air Pipe No 3	1	1300						0.01	4800.00	70.51	7400.00	108.71
	Air Pipe No 4	1	1300						0.01	9400.00	138.09	7400.00	108.71
6	Kayu landas No 1	1	320000	150.00					0.04	-13500.00	-583.20	0.00	0.00
	Kayu landas No 2	1	320000	150.00					0.04	-11700.00	-505.44	0.00	0.00
	Kayu landas No 3	1	320000	150.00					0.04	-9900.00	-427.68	0.00	0.00
	Kayu landas No 4	1	320000	150.00					0.04	-8100.00	-349.92	0.00	0.00
	Kayu landas No 5	1	320000	150.00					0.04	-6300.00	-272.16	0.00	0.00
	Kayu landas No 6	1	320000	150.00					0.04	-4500.00	-194.40	0.00	0.00
	Kayu landas No 7	1	320000	150.00					0.04	-2700.00	-116.64	0.00	0.00
	Kayu landas No 8	1	320000	150.00					0.04	-900.00	-38.88	0.00	0.00
	Kayu landas No 9	1	320000	150.00					0.04	900.00	38.88	0.00	0.00
	Kayu landas No 10	1	320000	150.00					0.04	2700.00	116.64	0.00	0.00
	Kayu landas No 11	1	320000	150.00					0.04	4500.00	194.40	0.00	0.00
	Kayu landas No 12	1	320000	150.00					0.04	6300.00	272.16	0.00	0.00
	Kayu landas No 13	1	320000	150.00					0.04	8100.00	349.92	0.00	0.00
	Kayu landas No 14	1	320000	150.00					0.04	9900.00	427.68	0.00	0.00
	Kayu landas No 15	1	320000	150.00					0.04	11700.00	505.44	0.00	0.00
	Kayu landas No 16	1	320000	150.00					0.04	13500.00	583.20	0.00	0.00
7	Doubling Plate Kayu Landas No 1	1	304000	10.00					0.02	-13500.00	-322.16	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 2	1	304000	10.00					0.02	-11700.00	-279.21	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 3	1	304000	10.00					0.02	-9900.00	-236.25	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 4	1	304000	10.00					0.02	-8100.00	-193.30	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 5	1	304000	10.00					0.02	-6300.00	-150.34	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 6	1	304000	10.00					0.02	-4500.00	-107.39	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 7	1	304000	10.00					0.02	-2700.00	-64.43	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 8	1	304000	10.00					0.02	-900.00	-21.48	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 9	1	304000	10.00					0.02	900.00	21.48	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 10	1	304000	10.00					0.02	2700.00	64.43	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 11	1	304000	10.00					0.02	4500.00	107.39	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 12	1	304000	10.00					0.02	6300.00	150.34	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 13	1	304000	10.00					0.02	8100.00	193.30	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 14	1	304000	10.00					0.02	9900.00	236.25	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 15	1	304000	10.00					0.02	11700.00	279.21	0.00	0.00
	Doubling Plate Kayu Landas No 16	1	304000	10.00					0.02	13500.00	322.16	0.00	0.00
8	Plate List Kayu Landas No 1	2	240000	10.00					0.04	-13500.00	-508.68	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 2	2	240000	10.00					0.04	-11700.00	-440.86	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 3	2	240000	10.00					0.04	-9900.00	-373.03	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 4	2	240000	10.00					0.04	-8100.00	-305.21	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 5	2	240000	10.00					0.04	-6300.00	-237.38	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 6	2	240000	10.00					0.04	-4500.00	-169.56	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 7	2	240000	10.00					0.04	-2700.00	-101.74	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 8	2	240000	10.00					0.04	-900.00	-33.91	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 9	2	240000	10.00					0.04	900.00	33.91	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 10	2	240000	10.00					0.04	2700.00	101.74	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 11	2	240000	10.00					0.04	4500.00	169.56	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 12	2	240000	10.00					0.04	6300.00	237.38	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 13	2	240000	10.00					0.04	8100.00	305.21	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 14	2	240000	10.00					0.04	9900.00	373.03	0.00	0.00

9	Plate List Kayu Landas No 15	2	240000	10.00					0.04	11700.00	440.86	0.00	0.00
	Plate List Kayu Landas No 16	2	240000	10.00					0.04	13500.00	508.68	0.00	0.00
10	Wood Fender 1	1	600000	150.00					0.08	-14100.00	-1142.10	5000.00	405.00
	Wood Fender 2	1	600000	150.00					0.08	14100.00	1142.10	5000.00	405.00
11	Doubling Plate Wood Fender 1	1	840000	10.00					0.07	-14100.00	-929.75	5000.00	329.70
	Doubling Plate Wood Fender 2	1	840000	10.00					0.07	14100.00	929.75	5000.00	329.70
12	Plate List Wood Fender 1	2	400000	10.00					0.06	-14100.00	-885.48	5000.00	314.00
	Plate List Wood Fender 2	2	400000	10.00					0.06	14100.00	885.48	5000.00	314.00
13	Karet packing	2	6750000	100.00					1.67	0.00	0.00	200.00	333.18
	Karet packing	2	3500000	100.00					0.86	-13780.00	-11903.16	3500.00	3023.30
14	Karet packing	2	3500000	100.00					0.86	13780.00	11903.16	3500.00	3023.30
	Pipa Setiran Valve No 1	2	3200						0.01	-10800.00	-138.24	5300.00	67.84
15	Pipa Setiran Valve No 2	2	3200						0.01	-3600.00	-46.08	5300.00	67.84
	Pipa Setiran Valve No 3	2	3200						0.01	3600.00	46.08	5300.00	67.84
16	Pipa Setiran Valve No 4	2	3200						0.01	10800.00	138.24	5300.00	67.84
	Bollard 1	1							0.01	-13000.00	-130.00	7300.00	73.00
17	Bollard 2	1							0.01	13000.00	130.00	7300.00	73.00
18	Bolt Plate List Kayu Landas No 1	8	28.26	56					0.0001	-13500.00	-1.34	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 2	8	28.26	56					0.0001	-11700.00	-1.16	0.00	0.00
19	Bolt Plate List Kayu Landas No 3	8	28.26	56					0.0001	-9900.00	-0.98	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 4	8	28.26	56					0.0001	-8100.00	-0.81	0.00	0.00
20	Bolt Plate List Kayu Landas No 5	8	28.26	56					0.0001	-6300.00	-0.63	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 6	8	28.26	56					0.0001	-4500.00	-0.45	0.00	0.00
21	Bolt Plate List Kayu Landas No 7	8	28.26	56					0.0001	-2700.00	-0.27	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 8	8	28.26	56					0.0001	-900.00	-0.09	0.00	0.00
22	Bolt Plate List Kayu Landas No 9	8	28.26	56					0.0001	900.00	0.09	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 10	8	28.26	56					0.0001	2700.00	0.27	0.00	0.00
23	Bolt Plate List Kayu Landas No 11	8	28.26	56					0.0001	4500.00	0.45	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 12	8	28.26	56					0.0001	6300.00	0.63	0.00	0.00
24	Bolt Plate List Kayu Landas No 13	8	28.26	56					0.0001	8100.00	0.81	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 14	8	28.26	56					0.0001	9900.00	0.98	0.00	0.00
25	Bolt Plate List Kayu Landas No 15	8	28.26	56					0.0001	11700.00	1.16	0.00	0.00
	Bolt Plate List Kayu Landas No 16	8	28.26	56					0.0001	13500.00	1.34	0.00	0.00
26	Bolt Kayu Landas No 1	4	314.00	195					0.0019	-13500.00	-25.96	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 2	4	314.00	195					0.0019	-11700.00	-22.49	0.00	0.00
27	Bolt Kayu Landas No 3	4	314.00	195					0.0019	-9900.00	-19.03	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 4	4	314.00	195					0.0019	-8100.00	-15.57	0.00	0.00
28	Bolt Kayu Landas No 5	4	314.00	195					0.0019	-6300.00	-12.11	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 6	4	314.00	195					0.0019	-4500.00	-8.65	0.00	0.00
29	Bolt Kayu Landas No 7	4	314.00	195					0.0019	-2700.00	-5.19	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 8	4	314.00	195					0.0019	-900.00	-1.73	0.00	0.00
30	Bolt Kayu Landas No 9	4	314.00	195					0.0019	900.00	1.73	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 10	4	314.00	195					0.0019	2700.00	5.19	0.00	0.00
31	Bolt Kayu Landas No 11	4	314.00	195					0.0019	4500.00	8.65	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 12	4	314.00	195					0.0019	6300.00	12.11	0.00	0.00
32	Bolt Kayu Landas No 13	4	314.00	195					0.0019	8100.00	15.57	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 14	4	314.00	195					0.0019	9900.00	19.03	0.00	0.00
33	Bolt Kayu Landas No 15	4	314.00	195					0.0019	11700.00	22.49	0.00	0.00
	Bolt Kayu Landas No 16	4	314.00	195					0.0019	13500.00	25.96	0.00	0.00
34	Bolt Karet Packing												
	Bolt Karet Packing Posisi 1												
35	No 1	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	475.00	0.16
	No 2	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	1000.00	0.35
36	No 3	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	1600.00	0.55
	No 4	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	2200.00	0.76
37	No 5	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	2800.00	0.97
	No 6	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	3400.00	1.17
38	No 7	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	4000.00	1.38
	No 8	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	4600.00	1.59
39	No 9	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	5200.00	1.79
	No 10	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	5800.00	2.00
40	No 11	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	6400.00	2.21
	No 12	2	314.00	70					0.0003	-13800.00	-4.76	6800.00	2.35
41	Bolt Karet Packing Posisi 2												
	No 1	2	314.00	70					0.0003	-13125.00	-4.53	200.00	0.07
42	No 2	2	314.00	70					0.0003	-12375.00	-4.27	200.00	0.07
	No 3	2	314.00	70					0.0003	-11625.00	-4.01	200.00	0.07
43	No 4	2	314.00	70					0.0003	-10875.00	-3.75	200.00	0.07
	No 5	2	314.00	70					0.0003	-10125.00	-3.49	200.00	0.07
44	No 6	2	314.00	70					0.0003	-9375.00	-3.24	200.00	0.07
	No 7	2	314.00	70					0.0003	-8625.00	-2.98	200.00	0.07
45	No 8	2	314.00	70					0.0003	-7875.00	-2.72	200.00	0.07
	No 9	2	314.00	70					0.0003	-7125.00	-2.46	200.00	0.07
46	No 10	2	314.00	70					0.0003	-6375.00	-2.20	200.00	0.07
	No 11	2	314.00	70					0.0003	-5625.00	-1.94	200.00	0.07
47	No 12	2	314.00	70					0.0003	-4875.00	-1.68	200.00	0.07
	No 13	2	314.00	70					0.0003	-4125.00	-1.42	200.00	0.07
48	No 14	2	314.00	70					0.0003	-3375.00	-1.16	200.00	0.07
	No 15	2	314.00	70					0.0003	-2625.00	-0.91	200.00	0.07
49	No 16	2	314.00	70					0.0003	-1875.00	-0.65	200.00	0.07
	No 17	2	314.00	70					0.0003	-1125.00	-0.39	200.00	0.07

	No 18	2	314.00	70					0.0003	-375.00	-0.13	200.00	0.07	
	No 19	2	314.00	70					0.0003	375.00	0.13	200.00	0.07	
	No 20	2	314.00	70					0.0003	1125.00	0.39	200.00	0.07	
	No 21	2	314.00	70					0.0003	1875.00	0.65	200.00	0.07	
	No 22	2	314.00	70					0.0003	2625.00	0.91	200.00	0.07	
	No 23	2	314.00	70					0.0003	3375.00	1.16	200.00	0.07	
	No 24	2	314.00	70					0.0003	4125.00	1.42	200.00	0.07	
	No 25	2	314.00	70					0.0003	4875.00	1.68	200.00	0.07	
	No 26	2	314.00	70					0.0003	5625.00	1.94	200.00	0.07	
	No 27	2	314.00	70					0.0003	6375.00	2.20	200.00	0.07	
	No 28	2	314.00	70					0.0003	7125.00	2.46	200.00	0.07	
	No 29	2	314.00	70					0.0003	7875.00	2.72	200.00	0.07	
	No 30	2	314.00	70					0.0003	8625.00	2.98	200.00	0.07	
	No 31	2	314.00	70					0.0003	9375.00	3.24	200.00	0.07	
	No 32	2	314.00	70					0.0003	10125.00	3.49	200.00	0.07	
	No 33	2	314.00	70					0.0003	10875.00	3.75	200.00	0.07	
	No 34	2	314.00	70					0.0003	11625.00	4.01	200.00	0.07	
	No 35	2	314.00	70					0.0003	12375.00	4.27	200.00	0.07	
	No 36	2	314.00	70					0.0003	13125.00	4.53	200.00	0.07	
	Bolt Karet Packing Posisi 3													
	No 1	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	475.00	0.16	
	No 2	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	1000.00	0.35	
	No 3	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	1600.00	0.55	
	No 4	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	2200.00	0.76	
	No 5	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	2800.00	0.97	
	No 6	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	3400.00	1.17	
	No 7	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	4000.00	1.38	
	No 8	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	4600.00	1.59	
	No 9	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	5200.00	1.79	
	No 10	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	5800.00	2.00	
	No 11	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	6400.00	2.21	
	No 12	2	314.00	70					0.0003	13800.00	4.76	6800.00	2.35	
	Bolt Wood Fender													
	Bolt Wood Fender Sisi Kiri													
	No 1	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	3200.00	3.79	
	No 2	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	3600.00	4.26	
	No 3	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	4000.00	4.73	
	No 4	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	4400.00	5.21	
	No 5	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	4800.00	5.68	
	No 6	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	5200.00	6.15	
	No 7	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	5600.00	6.63	
	No 8	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	6000.00	7.10	
	No 9	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	6400.00	7.57	
	No 10	2	314.00	240					0.0012	-14170.00	-16.77	6800.00	8.05	
		Bolt Wood Fender Sisi Kanan												
		No 1	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	3200.00	3.79
		No 2	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	3600.00	4.26
		No 3	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	4000.00	4.73
		No 4	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	4400.00	5.21
		No 5	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	4800.00	5.68
		No 6	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	5200.00	6.15
		No 7	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	5600.00	6.63
16	No 8	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	6000.00	7.10	
	No 9	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	6400.00	7.57	
	No 10	2	314.00	240					0.0012	14170.00	16.77	6800.00	8.05	
	Pelat Pengait	8	70000	10.00					0.04	0.00	0.00	1800.00	79.13	
17	Man Hole	4	270000.00	10.00					0.08	0.00	0.00	7000.00	593.46	
18	Berat Las (5 % dari total berat)								4.55					
								S ₁	95.56	S ₀	0.00	S ₂	288174.21	

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Total} &= 95.56 \text{ ton} \\
 \text{LCGtotal} &= S_0/S_1 \\
 &= 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 \text{VCGtotal} &= S_0/S_2 \\
 &= 3015.65 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN 5

Perhitungan Stabilitas

PERHITUNGAN STABILITAS PINTU DOCK

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.55 m

A. PERHITUNGAN TINGGI SARAT AIR

$$Fa = \rho \cdot g \cdot V$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$W = m \cdot g$$

A.1 Berat Pintu Dock

$$W = m \cdot g \quad \text{dimana} \quad m = 93.54 \text{ ton} = 93537.7739 \text{ kg}$$

$$= 917605.56 \text{ N} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$KG = 3.11 \text{ m}$$

A.2 Tinggi Pintu Yang tercelup (gaya tekan ke atas sama dengan berat pintu dock)

$$V = \frac{W}{\rho \cdot g} \quad \text{dimana : } V = P \times L \times T$$

$$L = 28.2 \text{ m}$$

$$B = 1.6 \text{ m}$$

$$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B}$$

$$T = 2.02 \text{ m}$$

Sehingga :

$$KG = 3.11 \text{ m}$$

$$KB = 2.02 \text{ m}$$

$$BM = 0.11 \text{ m}$$

$$GM = -0.98 \text{ m}$$

$$KM = 2.13 \text{ m}$$

Transverse Metacentric

$$BM_t = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{B^2}{12 \cdot T}$$

Longitudinal Metacentric

$$BM_l = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{B \cdot L^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{L^2}{12 \cdot T}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

Tabel GM

No	Tinggi Air Balas (m)	Berat Air Balas (N)	Berat Konstruksi (N)	Berat Total (N)	Tinggi Pintu Tercelup (m)	KB (m)	KG (m)	BM _t (m)	BM _l (m)	GM _t (m)
1	1	453692.88	917605.56	1371298.44	3.023	1.511	2.25	0.071	21.925	-0.66
2	1.5	680539.32	917605.56	1598144.88	3.523	1.761	2.10	0.061	18.813	-0.28
3	2	907385.76	917605.56	1824991.32	4.023	2.011	2.06	0.053	16.475	0.00
4	2.5	1134232.2	917605.56	2051837.76	4.523	2.261	2.08	0.047	14.653	0.23
5	3	1361078.64	917605.56	2278684.20	5.023	2.511	2.15	0.042	13.195	0.41
6	3.5	1587925.08	917605.56	2505530.64	5.523	2.761	2.25	0.039	12.000	0.55
7	4	1814771.52	917605.56	2732377.08	6.023	3.011	2.37	0.035	11.004	0.67
8	4.5	2041617.96	917605.56	2959223.52	6.523	3.261	2.52	0.033	10.160	0.78
9	5	2268464.4	917605.56	3186069.96	7.023	3.511	2.68	0.030	9.437	0.87
10	5.5	2495310.84	917605.56	3412916.40	7.523	3.761	2.85	0.028	8.810	0.94

Persamaan dari benda terapung dikatakan stabil jika metacenter terletak di atas titik gravitasi. Jarak dari titik gravitasi sampai metacenter, GM, disebut tinggi metacenter, dan bernilai positif ke atas. Kondisi stabil dapat dinyatakan dengan $GM > 0$. (Ship Hydrostatics and Stability, A.B. Biran)

Sesuai dengan perhitungan, maka perencanaan air ballast pintu dock diambil setinggi 3 m, karena sudah memenuhi $GM > 0$.

B. Kondisi Operasional

Terdapat 4 orang bekerja di atas pintu, posisi pekerja berada di centerline, dimana :

1. Masing - masing pekerja memiliki massa 100 kg, maka massa total 400 kg
2. Memiliki tinggi badan 180 cm
3. Dimisalkan titik berat manusia berada di tengah, maka titik berat manusia 90 cm sehingga titik GM akan berubah seiring dengan penambahan berat.

NO	ITEM	BERAT (N)	KG (m)	Moment (N.M)
1	Pintu	2278684.20	2.148	4893874.988
2	Manusia	3924	7.9	30999.6
$S_0 =$		2282608.20	$S_2 =$	4924874.59

$$KG = \frac{\sum O}{\sum Z}$$

$$KG = 2.158 \text{ m}$$

Tinggi pintu tercelup (T)

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B}$$

dimana :

$$W = S_0 = 2282608.20 \text{ N}$$

$$T = 5.031 \text{ m}$$

$$KB = \frac{T}{2}$$

$$KB = 2.516 \text{ m}$$

Transverse Metacentric

$$BM_t = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{B^2}{12 \cdot T}$$

$$BM = 0.04240 \text{ m}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$GM = 0.400 \text{ m}$$

$$KM = KG + GM$$

$$KM = 2.558 \text{ m}$$

Kemudian pekerja bergerak ke arah port side sejauh 30 cm untuk membuka valve, sehingga pintu mengalami perpindahan berat. Dan dapat dihitung kemiringan pintu dengan persamaan di bawah ini.

$$GGh = \frac{w \times d}{W} \quad \tan \theta = \frac{GGh}{GM}$$

GGh = komponen horizontal

w = berat yang dipindahkan

d = jarak yang dipindahkan

W = displasmen kapal (termasuk benda yang dipindahkan)

$$w = 3924 \text{ N}$$

$$W = 2278684.20 \text{ N}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

$$GGh = 0.001 \text{ m}$$

$$\tan \theta = 0.00129$$

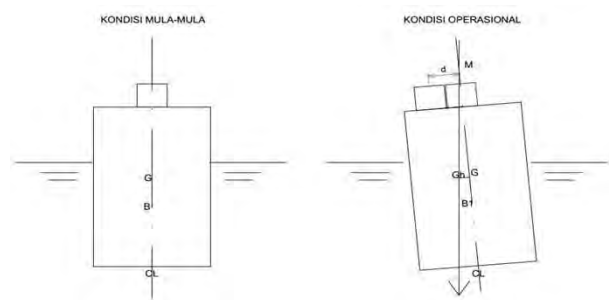
$$\theta = 0.00129 \text{ rad}$$

$$0.07392 \text{ derajat}$$

Pintu mengalami kemiringan 0.07392 derajat

Dengan variasi jumlah orang yang bekerja, kondisi pintu akan berubah.

No	Jumlah Pekerja	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.400	0.074
2	6	0.398	0.112
3	8	0.395	0.150
4	10	0.392	0.189



PERHITUNGAN STABILITAS PINTU DOCK

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.60 m

A. PERHITUNGAN TINGGI SARAT AIR

$$Fa = \rho \cdot g \cdot V$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$W = m \cdot g$$

A.1 Berat Pintu Dock

$$W = m \cdot g \quad \text{dimana} \quad m = 96.70 \text{ ton} = 96697.2 \text{ kg}$$

$$= 948599.51 \text{ N} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$KG = 3.16 \text{ m}$$

A.2 Tinggi Pintu Yang tercelup

(gaya tekan ke atas sama dengan berat pintu dock)

$$V = \frac{W}{\rho \cdot g} \quad \text{dimana : } V = P \times L \times T$$

$$L = 28.2 \text{ m}$$

$$B = 1.6 \text{ m}$$

$$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B}$$

$$T = 2.09 \text{ m}$$

Sehingga :

$$KG = 3.16 \text{ m}$$

$$KB = 2.09 \text{ m}$$

$$BM = 0.10 \text{ m}$$

$$GM = -0.97 \text{ m}$$

$$KM = 2.19 \text{ m}$$

Transverse Metacentric

Longitudinal Metacentric

$$BM_t = \frac{I}{V}$$

$$BM_l = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{B \cdot L^3}{12 \cdot V}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$BM = \frac{B^2}{12 \cdot T}$$

$$BM = \frac{L^2}{12 \cdot T}$$

Tabel GM

No	Tinggi Air Balas (m)	Berat Air Balas (N)	Berat Konstruksi (N)	Berat Total (N)	Tinggi Pintu Tercelup (m)	KB (m)	KG (m)	BM _t (m)	BM _l (m)	GM _t (m)
1	1	453692.88	948599.51	1402292.39	3.091	1.545	2.30	0.069	21.441	-0.69
2	1.5	680539.32	948599.51	1629138.83	3.591	1.795	2.16	0.059	18.455	-0.30
3	2	907385.76	948599.51	1855985.27	4.091	2.045	2.11	0.052	16.200	-0.01
4	2.5	1134232.2	948599.51	2082831.71	4.591	2.295	2.12	0.046	14.435	0.22
5	3	1361078.64	948599.51	2309678.15	5.091	2.545	2.18	0.042	13.017	0.40
6	3.5	1587925.08	948599.51	2536524.59	5.591	2.795	2.28	0.038	11.853	0.55
7	4	1814771.52	948599.51	2763371.03	6.091	3.045	2.40	0.035	10.880	0.68
8	4.5	2041617.96	948599.51	2990217.47	6.591	3.295	2.54	0.032	10.055	0.79
9	5	2268464.4	948599.51	3217063.91	7.091	3.545	2.70	0.030	9.346	0.88
10	5.5	2495310.84	948599.51	3443910.35	7.591	3.795	2.86	0.028	8.730	0.96

Persamaan dari benda terapung dikatakan stabil jika metacenter terletak di atas titik gravitasi. Jarak dari titik gravitasi sampai metacenter, GM, disebut tinggi metacenter, dan bernilai positif ke atas. Kondisi stabil dapat dinyatakan dengan $GM > 0$. (Ship Hydrostatics and Stability, A.B. Biran)
 Sesuai dengan perhitungan, maka perencanaan air ballast pintu dock diambil setinggi 3.2 m, untuk mempermudah pemasangan valve.

No	Tinggi Air Balas (m)	Berat Air Balas (N)	Berat Konstruksi (N)	Berat Total (N)	Tinggi Pintu Tercelup (m)	KB (m)	KG (m)	BM _t (m)	BM _l (m)	GM _t (m)
1	3.2	1451817.216	948599.51	2400416.73	5.291	2.645	2.22	0.040	12.525	0.47

B. Kondisi Operasional

Terdapat 4 orang bekerja di atas pintu, posisi pekerja berada di centerline, dimana :

1. Masing - masing pekerja memiliki massa 100 kg, maka massa total 400 kg
2. Memiliki tinggi badan 180 cm
3. Dimisalkan titik berat manusia berada di tengah, maka titik berat manusia 90 cm sehingga titik GM akan berubah seiring dengan pertambahan berat.

NO	ITEM	BERAT (N)	KG (m)	Moment (N.M)
1	Pintu	2400416.73	2.218	5324767.483
2	Manusia	3924	7.9	30999.6

$$S_0 = 2404340.73 \quad S_2 = 5355767.08$$

$$KG = \frac{\sum 0}{\sum 2}$$

$$KG = 2.228 \text{ m}$$

Tinggi pintu tercelup (T)

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B}$$

dimana :

$$W = S_0 = 2404340.73 \text{ N}$$

$$T = 5.299 \text{ m}$$

$$KB = \frac{T}{2}$$

$$KB = 2.650 \text{ m}$$

Transverse Metacentric

$$BMt = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{12 \cdot T}{B^2}$$

$$BM = 0.04026 \text{ m}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$GM = 0.462 \text{ m}$$

$$KM = KG + GM$$

$$KM = 2.690 \text{ m}$$

Kemudian pekerja bergerak ke arah port side sejauh 30 cm untuk membuka valve, sehingga pintu mengalami perpindahan berat.

Dan dapat dihitung kemiringan pintu dengan persamaan di bawah ini.

$$GGh = \frac{w \cdot x \cdot d}{W}$$

$$\tan \theta = \frac{GGh}{GM}$$

GGh = komponen horizontal

w = berat yang dipindahkan

d = jarak yang dipindahkan

W = displasmen kapal (termasuk benda yang dipindahkan)

$$w = 3924 \text{ N}$$

$$W = 2400416.73 \text{ N}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

$$GGh = 0.000 \text{ m}$$

$$\tan \theta = 0.00106$$

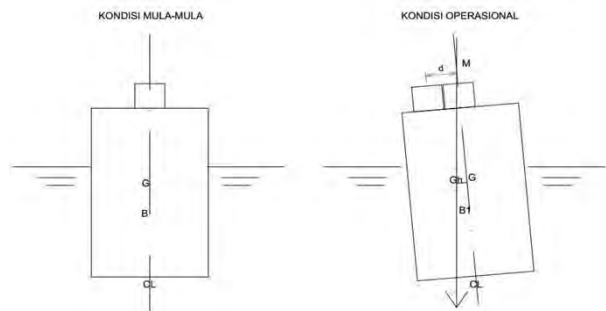
$$\theta = 0.00106 \text{ rad}$$

$$0.06076 \text{ derajat}$$

Pintu mengalami kemiringan 0.06076 derajat

Dengan variasi jumlah orang yang bekerja, kondisi pintu akan berubah.

No	Jumlah Pekerja	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.4625	0.0608
2	6	0.4600	0.0916
3	8	0.4575	0.1228
4	10	0.4550	0.1544



PERHITUNGAN STABILITAS PINTU DOCK

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.65 m

A. PERHITUNGAN TINGGI SARAT AIR

$$Fa = \rho \cdot g \cdot V$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$W = m \cdot g$$

A.1 Berat Pintu Dock

$$W = m \cdot g \quad \text{dimana} \quad m = 92.48 \text{ ton} = 92481.6 \text{ kg}$$

$$= 907244.05 \text{ N} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$KG = 3.03 \text{ m}$$

A.2 Tinggi Pintu Yang tercelup (gaya tekan ke atas sama dengan berat pintu dock)

$$V = \frac{W}{\rho \cdot g} \quad \text{dimana : } V = P \times L \times T$$

$$L = 28.2 \text{ m}$$

$$B = 1.6 \text{ m}$$

$$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B}$$

$$T = 2.00 \text{ m}$$

Sehingga :

$$KG = 3.03 \text{ m}$$

$$KB = 2.00 \text{ m}$$

$$BM = 0.11 \text{ m}$$

$$GM = -0.92 \text{ m}$$

$$KM = 2.11 \text{ m}$$

Transverse Metacentric

$$BM_t = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{B^2}{12 \cdot T}$$

Longitudinal Metacentric

$$BM_l = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{B \cdot L^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{L^2}{12 \cdot T}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

Tabel GM

No	Tinggi Air Balas (m)	Berat Air Balas (N)	Berat Konstruksi (N)	Berat Total (N)	Tinggi Pintu Tercelup (m)	KB (m)	KG (m)	BM _t (m)	BM _l (m)	GM _t (m)
1	1	453692.88	907244.05	1360936.93	3.000	1.500	2.18	0.071	22.092	-0.61
2	1.5	680539.32	907244.05	1587783.37	3.500	1.750	2.05	0.061	18.936	-0.24
3	2	907385.76	907244.05	1814629.81	4.000	2.000	2.01	0.053	16.569	0.04
4	2.5	1134232.2	907244.05	2041476.25	4.500	2.250	2.04	0.047	14.728	0.26
5	3	1361078.64	907244.05	2268322.69	5.000	2.500	2.11	0.043	13.255	0.43
6	3.5	1587925.08	907244.05	2495169.13	5.500	2.750	2.21	0.039	12.050	0.57
7	4	1814771.52	907244.05	2722015.57	6.000	3.000	2.34	0.036	11.046	0.69
8	4.5	2041617.96	907244.05	2948862.01	6.500	3.250	2.49	0.033	10.196	0.79
9	5	2268464.4	907244.05	3175708.45	7.000	3.500	2.65	0.030	9.468	0.88
10	5.5	2495310.84	907244.05	3402554.89	7.500	3.750	2.82	0.028	8.836	0.95

Persamaan dari benda terapung dikatakan stabil jika metacenter terletak di atas titik gravitasi. Jarak dari titik gravitasi sampai metacenter, GM, disebut tinggi metacenter, dan bernilai positif ke atas. Kondisi stabil dapat dinyatakan dengan $GM > 0$. (Ship Hydrostatics and Stability, A.B. Biran)

Sesuai dengan perhitungan, maka perencanaan air ballast pintu dock diambil setinggi 3.4 m, untuk mempermudah pemasangan valve.

No	Tinggi Air Balas (m)	Berat Air Balas (N)	Berat Konstruksi (N)	Berat Total (N)	Tinggi Pintu Tercelup (m)	KB (m)	KG (m)	BM _t (m)	BM _l (m)	GM _t (m)
1	3.4	1542555.792	907244.05	2449799.84	5.400	2.700	2.19	0.040	12.273	0.55

B. Kondisi Operasional

Terdapat 4 orang bekerja di atas pintu, posisi pekerja berada di centerline, dimana :

1. Masing - masing pekerja memiliki massa 100 kg, maka massa total 400 kg
2. Memiliki tinggi badan 180 cm
3. Dimisalkan titik berat manusia berada di tengah, maka titik berat manusia 90 cm sehingga titik GM akan berubah seiring dengan penambahan berat.

NO	ITEM	BERAT (N)	KG (m)	Moment (N.M)
1	Pintu	2449799.84	2.191	5366869.707
2	Manusia	3924	7.9	30999.6

$$S_0 = 2453723.84 \quad S_2 = 5397869.31$$

$$KG = \frac{\sum 0}{\sum 2}$$

$$KG = 2.200 \text{ m}$$

Tinggi pintu tercelup (T)

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B}$$

dimana :

$$W = S_0 = 2453723.84 \text{ N}$$

$$T = 5.408 \text{ m}$$

$$KB = \frac{T}{2}$$

$$KB = 2.704 \text{ m}$$

Transverse Metacentric

$$BMt = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{B^2}{12 \cdot T}$$

$$BM = 0.03945 \text{ m}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$GM = 0.544 \text{ m}$$

$$KM = KG + GM$$

$$KM = 2.744 \text{ m}$$

Kemudian pekerja bergerak ke arah port side sejauh 30 cm untuk membuka valve, sehingga pintu mengalami perpindahan berat.

Dan dapat dihitung kemiringan pintu dengan persamaan di bawah ini.

$$GGh = \frac{w \cdot x \cdot d}{W} \quad \tan \theta = \frac{GGh}{GM}$$

GGh = komponen horizontal

w = berat yang dipindahkan

d = jarak yang dipindahkan

W = displasmen kapal (termasuk benda yang dipindahkan)

$$w = 3924 \text{ N}$$

$$W = 2449799.84 \text{ N}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

$$GGh = 0.000 \text{ m}$$

$$\tan \theta = 0.00088$$

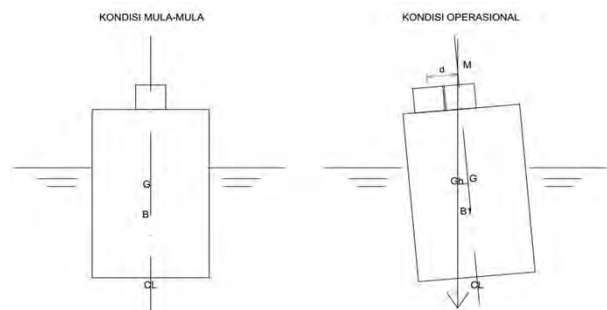
$$\theta = 0.00088 \text{ rad}$$

$$0.05063 \text{ derajat}$$

Pintu mengalami kemiringan 0.05063 derajat

Dengan variasi jumlah orang yang bekerja, kondisi pintu akan berubah.

No	Jumlah Pekerja	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.5437	0.0506
2	6	0.5413	0.0763
3	8	0.5389	0.1022
4	10	0.5365	0.1283



PERHITUNGAN STABILITAS PINTU DOCK

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.70 m

A. PERHITUNGAN TINGGI SARAT AIR

$$Fa = \rho \cdot g \cdot V$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$W = m \cdot g$$

A.1 Berat Pintu Dock

$$W = m \cdot g \quad \text{dimana} \quad m = 95.56 \text{ ton} = 95559.5 \text{ kg}$$

$$= 937438.31 \text{ N} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$KG = 3.02 \text{ m}$$

A.2 Tinggi Pintu Yang tercelup

(gaya tekan ke atas sama dengan berat pintu dock)

$$V = \frac{W}{\rho \cdot g} \quad \text{dimana} \quad V = P \times L \times T$$

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B}$$

$$L = 28.2 \text{ m}$$

$$B = 1.6 \text{ m}$$

$$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 2.07 \text{ m}$$

Sehingga :

$$KG = 3.02 \text{ m}$$

$$KB = 2.07 \text{ m}$$

$$BM = 0.10 \text{ m}$$

$$GM = -0.85 \text{ m}$$

$$KM = 2.17 \text{ m}$$

Transverse Metacentric

Longitudinal Metacentric

$$BM_t = \frac{I}{V}$$

$$BM_l = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{B \cdot L^3}{12 \cdot V}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$BM = \frac{B^2}{12 \cdot T}$$

$$BM = \frac{L^2}{12 \cdot T}$$

Tabel GM

No	Tinggi Air Balas (m)	Berat Air Balas (N)	Berat Konstruksi (N)	Berat Total (N)	Tinggi Pintu Tercelup (m)	KB (m)	KG (m)	BM _t (m)	BM _l (m)	GM _t (m)
1	1	453692.88	937438.31	1391131.19	3.066	1.533	2.20	0.070	21.613	-0.59
2	1.5	680539.32	937438.31	1617977.63	3.566	1.783	2.06	0.060	18.583	-0.22
3	2	907385.76	937438.31	1844824.07	4.066	2.033	2.02	0.052	16.298	0.06
4	2.5	1134232.2	937438.31	2071670.51	4.566	2.283	2.05	0.047	14.513	0.28
5	3	1361078.64	937438.31	2298516.95	5.066	2.533	2.12	0.042	13.081	0.46
6	3.5	1587925.08	937438.31	2525363.39	5.566	2.783	2.22	0.038	11.906	0.60
7	4	1814771.52	937438.31	2752209.83	6.066	3.033	2.35	0.035	10.924	0.72
8	4.5	2041617.96	937438.31	2979056.27	6.566	3.283	2.49	0.032	10.093	0.82
9	5	2268464.4	937438.31	3205902.71	7.066	3.533	2.65	0.030	9.378	0.91
10	5.5	2495310.84	937438.31	3432749.15	7.566	3.783	2.82	0.028	8.759	0.99

Persamaan dari benda terapung dikatakan stabil jika metacenter terletak di atas titik gravitasi. Jarak dari titik gravitasi sampai metacenter, GM, disebut tinggi metacenter, dan bernilai positif ke atas. Kondisi stabil dapat dinyatakan dengan $GM > 0$. (Ship Hydrostatics and Stability, A.B. Biran)

Sesuai dengan perhitungan, maka perencanaan air ballast pintu dock diambil setinggi 3.6 m, untuk mempermudah pemasangan valve.

No	Tinggi Air Balas (m)	Berat Air Balas (N)	Berat Konstruksi (N)	Berat Total (N)	Tinggi Pintu Tercelup (m)	KB (m)	KG (m)	BM _t (m)	BM _l (m)	GM _t (m)
1	3.6	1633294.368	937438.31	2570732.68	5.666	2.833	2.24	0.038	11.696	0.63

B. Kondisi Operasional

Terdapat 4 orang bekerja di atas pintu, posisi pekerja berada di centerline, dimana :

1. Masing - masing pekerja memiliki massa 100 kg, maka massa total 400 kg
2. Memiliki tinggi badan 180 cm
3. Dimisalkan titik berat manusia berada di tengah, maka titik berat manusia 90 cm sehingga titik GM akan berubah seiring dengan penambahan berat.

NO	ITEM	BERAT (N)	KG (m)	Moment (N.M)
1	Pintu	2570732.68	2.243	5766918.868
2	Manusia	3924	7.9	30999.6
$S_0 =$		2574656.68	$S_2 =$	5797918.47

$$KG = \frac{\sum \bar{z}_0}{\sum z_2}$$

$$KG = 2.252 \text{ m}$$

Tinggi pintu tercelup (T)

$$T = \frac{W}{\rho \cdot g \cdot L \cdot B}$$

dimana :

$$W = S_0 = 2574656.68 \text{ N}$$

$$T = 5.675 \text{ m}$$

$$KB = \frac{T}{2}$$

$$KB = 2.837 \text{ m}$$

Transverse Metacentric

$$BM_t = \frac{I}{V}$$

$$BM = \frac{L \cdot B^3}{12 \cdot V}$$

$$BM = \frac{B^2}{12 \cdot T}$$

$$BM = 0.03759 \text{ m}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$GM = 0.623 \text{ m}$$

$$KM = KG + GM$$

$$KM = 2.875 \text{ m}$$

Kemudian pekerja bergerak ke arah port side sejauh 30 cm untuk membuka valve, sehingga pintu mengalami perpindahan berat. Dan dapat dihitung kemiringan pintu dengan persamaan di bawah ini.

$$GGh = \frac{w \cdot x \cdot d}{W} \quad \tan \theta = \frac{GGh}{GM}$$

GGh = komponen horizontal

w = berat yang dipindahkan

d = jarak yang dipindahkan

W = displasmen kapal (termasuk benda yang dipindahkan)

$$w = 3924 \text{ N}$$

$$W = 2570732.68 \text{ N}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

$$GGh = 0.000 \text{ m}$$

$$\tan \theta = 0.00073$$

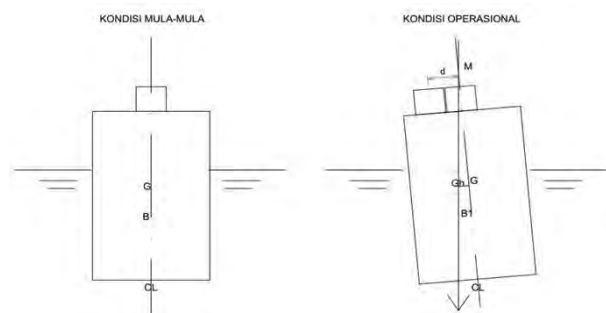
$$\theta = 0.00073 \text{ rad}$$

$$0.04211 \text{ derajat}$$

Pintu mengalami kemiringan 0.04211 derajat

Dengan variasi jumlah orang yang bekerja, kondisi pintu akan berubah.

No	Jumlah Pekerja	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.622	0.042
2	6	0.620	0.064
3	8	0.617	0.085
4	10	0.615	0.107



REKAPITULASI NILAI GM

NO	ITEM	GM (m)
1	Jarak Gading 0.55 m	0.406
2	Jarak Gading 0.60 m	0.467
3	Jarak Gading 0.65 m	0.549
4	Jarak Gading 0.70 m	0.627

REKAPITULASI NILAI GM PADA SAAT OPERASI

Jarak Gading 0.55 m

No	Jumlah Pekerja	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.400	0.074
2	6	0.398	0.112
3	8	0.395	0.150
4	10	0.392	0.189

Jarak Gading 0.60 m

No	Jumlah Pekerja	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.462	0.061
2	6	0.460	0.092
3	8	0.457	0.123
4	10	0.455	0.154

Jarak Gading 0.65 m

No	Jumlah Pekerja	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.544	0.051
2	6	0.541	0.076
3	8	0.539	0.102
4	10	0.536	0.128

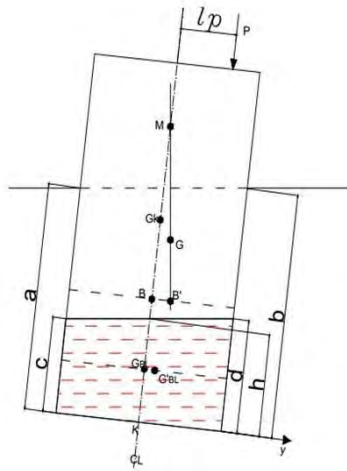
Jarak Gading 0.70 m

No	Jumlah Pekerja	GM (m)	Kemiringan (derajat)
1	4	0.622	0.042
2	6	0.620	0.064
3	8	0.617	0.085
4	10	0.615	0.107

PERHITUNGAN KEMIRINGAN PINTU DOCK DENGAN FREE SURFACE EFFECT

Pada saat mengapung, pintu dock mengalami kemiringan sebesar satu derajat.

Menghitung MG pada kemiringan 1 derajat.



Bp	=	Tebal/Lebar Pintu Dock (m)
M	=	Metasentra
G_K	=	Titik Berat Konstruksi
G	=	Titik Berat Pintu Dock (total)
B	=	Titik Pusat Gaya Tekan Keatas (mula-mula)
B'	=	Titik Pusat Gaya Tekan Keatas (miring)
G_{BL}	=	Titik Berat Air Balas (mula-mula)
G'_{BL}	=	Titik Berat Air Balas (miring)
P_K	=	Berat Konstruksi (N)
P_{BL}	=	Berat Air Balas (N)
P	=	Berat Crew (N)
$l p$	=	Jarak Crew dari CL (m)
T	=	Sarat Pintu Dock (m)
h	=	Tinggi Air Balas (m)
H	=	Tinggi Beban dari Keel (m)

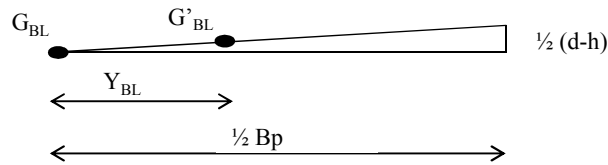
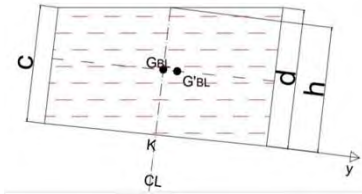
$$a = T - \frac{Bp \cdot \tan 1^\circ}{2}$$

$$b = T + \frac{Bp \cdot \tan 1^\circ}{2}$$

$$c = h - \frac{Bp \cdot \tan 1^\circ}{2}$$

$$d = h + \frac{Bp \cdot \tan 1^\circ}{2}$$

Air Balas



$$Y_{BL} = \frac{Bp(d-c)}{6}$$

$$KG'_{BL} = KG_{BL} + \frac{Y_{BL}}{\frac{1}{2}Bp} \cdot \frac{1}{2}(d-h)$$

$$KG'_{BL} = KG_{BL} + \frac{Y_{BL}}{Bp} \cdot (d-h)$$

Titik Berat Pintu Dock Setelah miring akibat beban P :

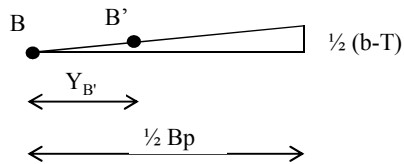
$$Y_G = \frac{P \cdot l p + P_{BL} \cdot Y_{BL}}{P_K + P + P_{BL}}$$

$$KG = \frac{P_K \cdot KG_K + P \cdot H + P_{BL} \cdot KG'_{BL}}{P_K + P + P_{BL}}$$

Berat Total Pintu Dock :

$$P_T = P_K + P + P_{BL}$$

Gaya Tekan ke Atas



$$Y_B = \frac{Bp}{6} \left(\frac{b-a}{b+a} \right)$$

$$KB' = KB + \frac{Y_{B'}}{\frac{1}{2}Bp} \cdot \frac{1}{2}(b-t)$$

$$KB' = KB + \frac{Y_{B'}}{Bp} \cdot (b-t)$$

Lebar Permukaan Saat Miring :

$$B_m = \frac{Bp}{\cos 1^\circ}$$

$$I = \frac{L \cdot B m^3}{12}$$

$$BM = \frac{I}{Vol}$$

Jarak B(YB.KB') ke G(YG,KG) :

$$B'G = \sqrt{(KG - KB')^2 + (YG - YB')^2}$$

$$GM = BM - B'G$$

Pada perhitungan di bawah ini menggunakan data stabilitas konstruksi jarak gading 0.55 m , dengan memasukkan kemiringan pintu hasil perhitungan sebelumnya.

L	=	28.2 m	
θ	=	0.07392089 derajat	= 0.001 rad
Bp	=	1.6 m	
Pk	=	917605.56 N	
P _{BL}	=	1361078.64 N	
P	=	3924 N	(massa masing orang sebesar 100 kg)
l_p	=	0.3 m	
T	=	5.02252582 m	
h	=	3 m	
KG _{BL}	=	1.5 m	
KGk	=	3.10836937 m	
H	=	7.9 m	
KB	=	2.51126291 m	
a	=	5.02149369 m	
b	=	5.02355795 m	
c	=	2.99896787 m	
d	=	3.00103213 m	
Y _{BL}	=	9.1745E-05 m	
KG' _{BL}	=	1.50000006 m	
Y _G	=	0.00057043 m	
KG	=	2.15756461 m	
Y _{B'}	=	5.48E-05 m	
K _{B'}	=	2.51126294 m	

Titik G berada di bawah B

Lebar permukaan air saat miring

Bm	=	1.60000133 m
I	=	9.62562403 m ⁴

$$BM = 0.04247541 \text{ m}$$

$$B'G = 0.35369834 \text{ m}$$

Karena Titik G berada di bawah titik B, maka rumus $GM = BM - B'G$ menjadi $GM = BM + B'G$

$$GM = 0.39617376 \text{ m}$$

Jarak Gading 0.55 m

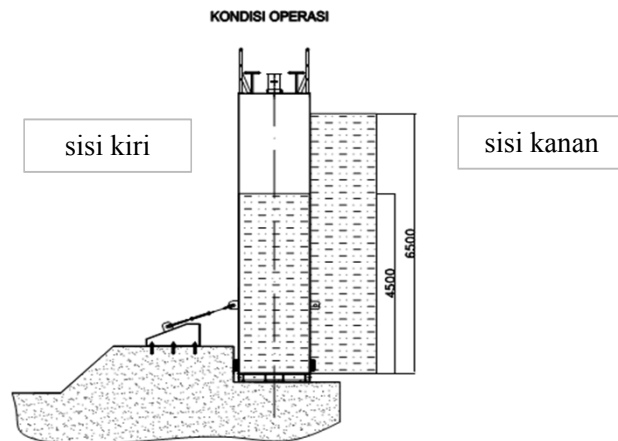
No	Jumlah Pekerja	Kemiringan (derajat)	Nilai GM (m)		Selisih Nilai GM (m)
			Tanpa Free Surface Effect	Free Surface Effect	
1	4	0.074	0.400	0.396	0.004
2	6	0.112	0.398	0.391	0.006
3	8	0.150	0.395	0.386	0.009
4	10	0.189	0.392	0.381	0.011

Dengan selisih yang tidak terlalu besar antara perhitungan tanpa free surface effect dengan free surface effect, maka untuk selanjutnya perhitungan kemiringan pintu digunakan perhitungan tanpa free surface effect. (pintu dianggap tidak mendapat free surface effect)

LAMPIRAN 6

Perhitungan Beban Hidrostatik

Tekanan Hidrostatik



Perhitungan tekanan hidrostatik

$$Ph = \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan :

Ph = Tekanan hidrostatik (N/m²)

h = jarak ke permukaan zat cair (m)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m³)

g = gravitasi (m/s²)

Tekanan Air Laut (Psw)

$$P_{sw} = \rho \cdot g \cdot h$$

h = 6.5 m

ρ = 1025 Kg/m³

g = 9.81 m/s²

$$P_{sw} = 65359.125 \text{ N/m}^2$$

Tekanan Air Balas (PWB)

$$P_{WB} = \rho \cdot g \cdot h$$

h = 4.5 m

ρ = 1025 Kg/m³

g = 9.81 m/s²

$$P_{WB} = 45248.625 \text{ N/m}^2$$

Konstruksi Jarak Gading 0.55 m

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Sisi Kanan

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	6.50	65359.13	4.50	45248.63	20110.50
2	Pembujur No 1	5.35	53795.59	3.35	33685.09	20110.50
3	Side Stringer No 2	4.80	48265.20	2.80	28154.70	20110.50
4	Pembujur No 3	4.25	42734.81	2.25	22624.31	20110.50
5	Side Stringer No 4	3.70	37204.43	1.70	17093.93	20110.50
6	Pembujur No 5	3.15	31674.04	1.15	11563.54	20110.50
7	Side Stringer No 6	2.60	26143.65	0.60	6033.15	20110.50
8	Pembujur No 7	2.05	20613.26	0.05	502.76	20110.50
9	Side Stringer No 8	1.50	15082.88			15082.88
10	Pembujur No 9	0.95	9552.49			9552.49
11	Side Stringer No 10	0.40	4022.10			4022.10
12	Pembujur No 11					

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Sisi Kiri

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	-	-	4.50	45248.63	45248.63
2	Pembujur No 1	-	-	3.35	33685.09	33685.09
3	Side Stringer No 2	-	-	2.80	28154.70	28154.70
4	Pembujur No 3	-	-	2.25	22624.31	22624.31
5	Side Stringer No 4	-	-	1.70	17093.93	17093.93
6	Pembujur No 5	-	-	1.15	11563.54	11563.54
7	Side Stringer No 6	-	-	0.60	6033.15	6033.15
8	Pembujur No 7	-	-	0.05	502.76	502.76
9	Side Stringer No 8	-	-			-
10	Pembujur No 9	-	-			-
11	Side Stringer No 10	-	-			-
12	Pembujur No 11					

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Ujung Depan / Ujung Belakang

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	6.50	65359.13	4.50	45248.63	20110.50
2	Pembujur No 1	5.35	53795.59	3.35	33685.09	20110.50
3	Side Stringer No 2	4.80	48265.20	2.80	28154.70	20110.50
4	Pembujur No 3	4.25	42734.81	2.25	22624.31	20110.50
5	Side Stringer No 4	3.70	37204.43	1.70	17093.93	20110.50
6	Pembujur No 5	3.15	31674.04	1.15	11563.54	20110.50
7	Side Stringer No 6	2.60	26143.65	0.60	6033.15	20110.50
8	Pembujur No 7	2.05	20613.26	0.05	502.76	20110.50
9	Side Stringer No 8	1.50	15082.88			15082.88
10	Pembujur No 9	0.95	9552.49			9552.49
11	Side Stringer No 10	0.40	4022.10			4022.10
12	Pembujur No 11					

Konstruksi Jarak Gading 0.60 m

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Sisi Kanan

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	6.5	65359.125	4.5	45248.625	20110.5
2	Pembujur No 1	5.3	53292.825	3.3	33182.325	20110.5
3	Side Stringer No 2	4.7	47259.675	2.7	27149.175	20110.5
4	Pembujur No 3	4.1	41226.525	2.1	21116.025	20110.5
5	Side Stringer No 4	3.5	35193.375	1.5	15082.875	20110.5
6	Pembujur No 5	2.9	29160.225	0.9	9049.725	20110.5
7	Side Stringer No 6	2.3	23127.075	0.3	3016.575	20110.5
8	Pembujur No 7	1.7	17093.925			17093.925
9	Side Stringer No 8	1.1	11060.775			11060.775
10	Pembujur No 9	0.5	5027.625			5027.625
11	Side Stringer No 10					

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Sisi Kiri

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	-	-	4.5	45248.625	45248.625
2	Pembujur No 1	-	-	3.3	33182.325	33182.325
3	Side Stringer No 2	-	-	2.7	27149.175	27149.175
4	Pembujur No 3	-	-	2.1	21116.025	21116.025
5	Side Stringer No 4	-	-	1.5	15082.875	15082.875
6	Pembujur No 5	-	-	0.9	9049.725	9049.725
7	Side Stringer No 6	-	-	0.3	3016.575	3016.575
8	Pembujur No 7	-	-			-
9	Side Stringer No 8	-	-			-
10	Pembujur No 9	-	-			-
11	Side Stringer No 10	-	-			-

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Ujung Depan/Ujung Depan

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	6.5	65359.125	4.5	45248.625	20110.5
2	Pembujur No 1	5.3	53292.825	3.3	33182.325	20110.5
3	Side Stringer No 2	4.7	47259.675	2.7	27149.175	20110.5
4	Pembujur No 3	4.1	41226.525	2.1	21116.025	20110.5
5	Side Stringer No 4	3.5	35193.375	1.5	15082.875	20110.5
6	Pembujur No 5	2.9	29160.225	0.9	9049.725	20110.5
7	Side Stringer No 6	2.3	23127.075	0.3	3016.575	20110.5
8	Pembujur No 7	1.7	17093.925			17093.925
9	Side Stringer No 8	1.1	11060.775			11060.775
10	Pembujur No 9	0.5	5027.625			5027.625
11	Side Stringer No 10					

Konstruksi Jarak Gading 0.65 m

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Sisi Kanan

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	6.50	65359.13	4.50	45248.63	20110.50
2	Pembujur No 1	5.25	52790.06	3.25	32679.56	20110.50
3	Side Stringer No 2	4.60	46254.15	2.60	26143.65	20110.50
4	Pembujur No 3	3.95	39718.24	1.95	19607.74	20110.50
5	Side Stringer No 4	3.30	33182.33	1.30	13071.83	20110.50
6	Pembujur No 5	2.65	26646.41	0.65	6535.91	20110.50
7	Side Stringer No 6	2.00	20110.50	0.00	0.00	20110.50
8	Pembujur No 7	1.35	13574.59	-0.65	-6535.91	20110.50
9	Side Stringer No 8	0.70	7038.68			7038.68
10	Pembujur No 9	0.05	502.76			502.76

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Sisi Kiri

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	-	-	4.50	45248.63	45248.63
2	Pembujur No 1	-	-	3.25	32679.56	32679.56
3	Side Stringer No 2	-	-	2.60	26143.65	26143.65
4	Pembujur No 3	-	-	1.95	19607.74	19607.74
5	Side Stringer No 4	-	-	1.30	13071.83	13071.83
6	Pembujur No 5	-	-	0.65	6535.91	6535.91
7	Side Stringer No 6	-	-			
8	Pembujur No 7	-	-			
9	Side Stringer No 8	-	-			-
10	Pembujur No 9	-	-			-

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Ujung Depan / Ujung Belakang

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	6.50	65359.13	4.50	45248.63	20110.50
2	Pembujur No 1	5.25	52790.06	3.25	32679.56	20110.50
3	Side Stringer No 2	4.60	46254.15	2.60	26143.65	20110.50
4	Pembujur No 3	3.95	39718.24	1.95	19607.74	20110.50
5	Side Stringer No 4	3.30	33182.33	1.30	13071.83	20110.50
6	Pembujur No 5	2.65	26646.41	0.65	6535.91	20110.50
7	Side Stringer No 6	2.00	20110.50	0.00	0.00	20110.50
8	Pembujur No 7	1.35	13574.59	-0.65	-6535.91	20110.50
9	Side Stringer No 8	0.70	7038.68			7038.68
10	Pembujur No 9	0.05	502.76			502.76

Konstruksi Jarak Gading 0.70 m

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Sisi Kanan

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	6.50	65359.13	4.50	45248.63	20110.50
2	Pembujur No 1	5.20	52287.30	3.20	32176.80	20110.50
3	Side Stringer No 2	4.50	45248.63	2.50	25138.13	20110.50
4	Pembujur No 3	3.80	38209.95	1.95	19607.74	18602.21
5	Side Stringer No 4	3.10	31171.28	1.40	14077.35	17093.93
6	Pembujur No 5	2.40	24132.60	0.85	8546.96	15585.64
7	Side Stringer No 6	1.70	17093.93	0.30	3016.58	14077.35
8	Pembujur No 7	1.00	10055.25			10055.25
9	Side Stringer No 8	0.30	3016.58			3016.58

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Sisi Kiri

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	-	-	4.50	45248.63	45248.63
2	Pembujur No 1	-	-	3.20	32176.80	32176.80
3	Side Stringer No 2	-	-	2.50	25138.13	25138.13
4	Pembujur No 3	-	-	1.95	19607.74	19607.74
5	Side Stringer No 4	-	-	1.40	14077.35	14077.35
6	Pembujur No 5	-	-	0.85	8546.96	8546.96
7	Side Stringer No 6	-	-	0.30	3016.58	3016.58
8	Pembujur No 7	-	-			
9	Side Stringer No 8	-	-			-

Tabel Tekanan Hidrostatik Konstruksi Ujung Depan / Ujung Belakang

No	Section	Air Laut		Air Balas		Total (N/m2)
		Elevasi (m)	Tekanan (N/m2)	Elevasi(m)	Tekanan (N/m2)	
1	Bottom	6.50	65359.13	4.50	45248.63	20110.50
2	Pembujur No 1	5.20	52287.30	3.20	32176.80	20110.50
3	Side Stringer No 2	4.50	45248.63	2.50	25138.13	20110.50
4	Pembujur No 3	3.80	38209.95	1.95	19607.74	18602.21
5	Side Stringer No 4	3.10	31171.28	1.40	14077.35	17093.93
6	Pembujur No 5	2.40	24132.60	0.85	8546.96	15585.64
7	Side Stringer No 6	1.70	17093.93	0.30	3016.58	14077.35
8	Pembujur No 7	1.00	10055.25			10055.25
9	Side Stringer No 8	0.30	3016.58			3016.58

LAMPIRAN 7

Perhitungan *Coating* dan Anode

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.55 m**Luasan Cat**

No	Item	Jumlah Lapisan	Luasan (m2)	Volume	Satuan
1	Brushing and coating bottom to deck line				
	Sandblasting		462	11,558	kg
	Prime coat	1	462	39	Ltr
	Anti corrosive coat	1	462	39	Ltr
	Anti fouling coat	1	462	39	Ltr
	Thinner			17	Ltr
2	Brushing and coating for Inside Tank				
	Sandblasting		1,464	36,591	kg
	Prime coat	1	1,464	122	ltr
	Anti corrosive coat	1	1,464	122	ltr
	Anti fouling coat	1	1,464	122	ltr
	Thinner		1,464	55	ltr
3	Brushing and coating for upper deck				
	Sandblasting		79	1,986	kg
	Prime coat	1	79	7	ltr
	Anti corrosive coat	1	79	7	ltr
	Thinner		79	2	ltr

Keterangan :

1. Untuk sandblasting 1 m2 luasan membutuhkan 5 kg pasir
2. Untuk cat, 1 liter cat digunakan untuk 12 m2
3. Untuk thinner, 1 liter cat membutuhkan 0.15 liter thinner

Total Kebutuhan

No	Item	Total	Satuan	Total (pail)
1	Sandblasting	50,135	Kg	
2	Prime coat	167	Ltr	8
3	Anti corrosive coat	167	Ltr	8
4	Anti fouling coat	160	Ltr	8
5	Thinner	74	Ltr	

Brushing and coating bottom to deck line

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Alas	45.120	m2
Kulit	417.200	m2
Total	462.320	m2

Brushing and coating for Inside Tank

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Alas	45.120	m2
Kulit	417.200	m2
Sekat	44.800	m2
Wrang	88.320	m2
Center Girder	33.840	m2
Deck Girder	4.230	m2
Deck Beam	7.200	m2
Balok Besar	6.144	m2
Web-Frame	274.400	m2
Side-Stringer	439.600	m2
Pipa Setiran	4.823	m2
Longitudinal	97.968	m2
Total	1463.645	m2

Brushing and coating for upper deck

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Geladak	45.120	m2
Railing	30.194	m2
Bolder	2.659	m2
Air Pipe	1.470	m2
Total	79.443	m2

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.60 m**Luasan Cat**

No	Item	Jumlah Lapisan	Luasan (m2)	Volume	Satuan
1	Brushing and coating bottom to deck line				
	Sandblasting		462	11,558	kg
	Prime coat	1	462	39	Ltr
	Anti corrosive coat	1	462	39	Ltr
	Anti fouling coat	1	462	39	Ltr
	Thinner			17	Ltr
2	Brushing and coating for Inside Tank				
	Sandblasting		1,441	36,021	kg
	Prime coat	1	1,441	120	ltr
	Anti corrosive coat	1	1,441	120	ltr
	Anti fouling coat	1	1,441	120	ltr
	Thinner		1,441	54	ltr
3	Brushing and coating for upper deck				
	Sandblasting		79	1,986	kg
	Prime coat	1	79	7	ltr
	Anti corrosive coat	1	79	7	ltr
	Thinner		79	2	ltr

Keterangan :

1. Untuk sandblasting 1 m2 luasan membutuhkan 5 kg pasir
2. Untuk cat, 1 liter cat digunakan untuk 12 m2
3. Untuk thinner, 1 liter cat membutuhkan 0.15 liter thinner

Total Kebutuhan

No	Item	Total	Satuan	Total (pail)
1	Sandblasting	49,565	Kg	
2	Prime coat	165	Ltr	8
3	Anti corrosive coat	165	Ltr	8
4	Anti fouling coat	159	Ltr	8
5	Thinner	73	Ltr	

Brushing and coating bottom to deck line

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Alas	45.120	m2
Kulit	417.200	m2
Total	462.320	m2

Brushing and coating for Inside Tank

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Alas	45.120	m2
Kulit	417.200	m2
Sekat	44.800	m2
Wrang	88.320	m2
Center Girder	33.840	m2
Deck Girder	4.230	m2
Deck Beam	7.200	m2
Balok Besar	6.144	m2
Web-Frame	274.400	m2
Side-Stringer	439.600	m2
Pipa Setiran	4.622	m2
Longitudinal	75.360	m2
Total	1440.836	m2

Brushing and coating for upper deck

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Geladak	45.120	m2
Railing	30.194	m2
Bolder	2.659	m2
Air Pipe	1.470	m2
Total	79.443	m2

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.65 m**Luasan Cat**

No	Item	Jumlah Lapisan	Luasan (m2)	Volume	Satuan
1	Brushing and coating bottom to deck line				
	Sandblasting		462	11,558	kg
	Prime coat	1	462	39	Ltr
	Anti corrosive coat	1	462	39	Ltr
	Anti fouling coat	1	462	39	Ltr
	Thinner			17	Ltr
2	Brushing and coating for Inside Tank				
	Sandblasting		1,365	34,137	kg
	Prime coat	1	1,365	114	ltr
	Anti corrosive coat	1	1,365	114	ltr
	Anti fouling coat	1	1,365	114	ltr
	Thinner		1,365	51	ltr
3	Brushing and coating for upper deck				
	Sandblasting		79	1,986	kg
	Prime coat	1	79	7	ltr
	Anti corrosive coat	1	79	7	ltr
	Thinner		79	2	ltr

Keterangan :

1. Untuk sandblasting 1 m2 luasan membutuhkan 5 kg pasir
2. Untuk cat, 1 liter cat digunakan untuk 12 m2
3. Untuk thinner, 1 liter cat membutuhkan 0.15 liter thinner

Total Kebutuhan

No	Item	Total	Satuan	Total (pail)
1	Sandblasting	47,681	Kg	
2	Prime coat	159	Ltr	8
3	Anti corrosive coat	159	Ltr	8
4	Anti fouling coat	152	Ltr	8
5	Thinner	71	Ltr	

Brushing and coating bottom to deck line

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Alas	45.120	m2
Kulit	417.200	m2
Total	462.320	m2

Brushing and coating for Inside Tank

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Alas	45.120	m2
Kulit	417.200	m2
Sekat	44.800	m2
Wrang	88.320	m2
Center Girder	33.840	m2
Deck Girder	4.230	m2
Deck Beam	7.200	m2
Balok Besar	6.144	m2
Web-Frame	274.400	m2
Side-Stringer	351.680	m2
Pipa Setiran	4.622	m2
Longitudinal	87.920	m2
Total	1365.476	m2

Brushing and coating for upper deck

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Geladak	45.120	m2
Railing	30.194	m2
Bolder	2.659	m2
Air Pipe	1.470	m2
Total	79.443	m2

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.70 m**Luasan Cat**

No	Item	Jumlah Lapisan	Luasan (m2)	Volume	Satuan
1	Brushing and coating bottom to deck line				
	Sandblasting		462	11,558	kg
	Prime coat	1	462	39	Ltr
	Anti corrosive coat	1	462	39	Ltr
	Anti fouling coat	1	462	39	Ltr
	Thinner			17	Ltr
2	Brushing and coating for Inside Tank				
	Sandblasting		1,338	33,446	kg
	Prime coat	1	1,338	111	ltr
	Anti corrosive coat	1	1,338	111	ltr
	Anti fouling coat	1	1,338	111	ltr
	Thinner		1,338	50	ltr
3	Brushing and coating for upper deck				
	Sandblasting		79	1,986	kg
	Prime coat	1	79	7	ltr
	Anti corrosive coat	1	79	7	ltr
	Thinner		79	2	ltr

Keterangan :

1. Untuk sandblasting 1 m2 luasan membutuhkan 5 kg pasir
2. Untuk cat, 1 liter cat digunakan untuk 12 m2
3. Untuk thinner, 1 liter cat membutuhkan 0.15 liter thinner

Total Kebutuhan

No	Item	Total	Satuan	Total (pail)
1	Sandblasting	46,990	Kg	
2	Prime coat	157	Ltr	8
3	Anti corrosive coat	157	Ltr	8
4	Anti fouling coat	150	Ltr	8
5	Thinner	69	Ltr	

Brushing and coating bottom to deck line

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Alas	45.120	m2
Kulit	417.200	m2
Total	462.320	m2

Brushing and coating for Inside Tank

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Alas	45.120	m2
Kulit	417.200	m2
Sekat	44.800	m2
Wrang	88.320	m2
Center Girder	33.840	m2
Deck Girder	4.230	m2
Deck Beam	7.200	m2
Balok Besar	6.144	m2
Web-Frame	274.400	m2
Side-Stringer	351.680	m2
Pipa Setiran	4.622	m2
Longitudinal	60.288	m2
Total	1337.844	m2

Brushing and coating for upper deck

Dimensi Utama		
Panjang	28.2	m
Lebar	1.6	m
Tinggi	7	m

Luasan

Geladak	45.120	m2
Railing	30.194	m2
Bolder	2.659	m2
Air Pipe	1.470	m2
Total	79.443	m2

PERHITUNGAN KEBUTUHAN ANODE

1. DATA KAPAL

- Type of vessel	=	-	
- Length between perpendicular	=	28.20	m
- Breadth moulded	=	1.60	m
- Draft	=	6.50	m
- Block Coefficient	=	1.00	
- Current Density (Js)	=	0.02	A/m ²
- Life Time of Protection (ts)	=	5.00	years = 43,800 hours
- Electrochemical efficiency (Qg)	=	2,700.00	Ah/kg

2. AREA WILL BE PROTECTED (AG)

$$= \text{LBP} \times \sqrt{\text{Bm} \times \text{Draft} \times \text{Cb}}$$
$$= \mathbf{90.94 \text{ m}^2}$$

3. ANODE WEIGHT REQUIRED (MG)

$$\text{where, MG} = \frac{AG \cdot Js \cdot ts}{Qg}$$

$$= \mathbf{29.51 \text{ Kg}}$$

5 ANODE TYPE

$$= \mathbf{GA-A-2-10H}$$

6 WEIGHT = **4.5** Kg

7 TOTAL ANODE

$$= \mathbf{7 \text{ Pcs}}$$

8 PRICE PER PIECE

$$= \$ \mathbf{35.30}$$

$$= \text{Rp } \mathbf{458,900.00}$$

LAMPIRAN 8

Perhitungan *Building Cost*

Perhitungan Cost

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.55 m

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I	MATERIAL				
1	Pelat / profile	79784.19	kg	Rp9,000	Rp 718,057,673
	Consumable	3989.21	kg	Rp26,000	Rp 103,719,442
2	Railing Pipa				
	Pipa sch 40 diameter 2" (28020 mm x 2 buah)	10	batang	Rp294,975	Rp 2,949,750
	Pipa sch 40 diameter 5/4"(28020 mm x 2 x 2 buah)	19	batang	Rp198,720	Rp 3,775,680
	Pelat strip (75x10 mm x 1100 mm x 16 x 2 buah)	7	batang	Rp215,000	Rp 1,505,000
	Pelat strip (75x10 mm x 525 mm x 16 x 2 buah)	4	batang	Rp215,000	Rp 860,000
3	Gate Valve 12"-300	8	buah	Rp49,751,000	Rp 398,008,000
	Pipa sch 40 diameter 12" (200 mm x 8)	1	batang	Rp4,336,650	Rp 4,336,650
	Round Bar diameter 40 mm (3600 mm x 8)	8	batang	Rp630,000	Rp 5,040,000
	Flange diameter 12"	8	buah	Rp930,000	Rp 7,440,000
4	Bolder				
	Pipa sch 40 diameter 10" (400 mm x 4 buah)	1	batang	Rp3,384,450	Rp 3,384,450
	Pelat Pondasi (1065 mm x 360 mm x 10 mm x 2 buah)	75	kg	Rp9,000	Rp 675,000
5	Pipa Udara				
	Pipa sch 40 diameter 3" (1300 mm x 4 buah)	1	batang	Rp600,300	Rp 600,300
6	Manhole				
	Pelat (600 mm x 450 mm x 10 mm x 2 buah)	113	kg	Rp9,000	Rp 1,017,000
	Mur baut diameter 1/2 " x 2"	40	buah	Rp2,500	Rp 100,000
7	Baut Tanam Pengikat Kayu	52	buah	Rp2,500	Rp 130,000
	Diameter 1/2" x 3 "				
8	Packing				
	Karet Packing	69	m	Rp3,750,000	Rp 258,937,500
	Baut Karet Packing	60	buah	Rp2,500	Rp 150,000
9	Kayu Bengkirai	1	m3	Rp9,300,000	Rp 9,300,000
10	Zinc Anode	7	unit	Rp458,900	Rp 3,008,927
11	Coating				
	Sandblasting	50,135	kg	Rp525	Rp 26,320,978
	Prime coat	8	pail	Rp800,000	Rp 6,684,693
	Anti corrosive coat	8	pail	Rp1,100,000	Rp 9,191,453
	Anti fouling coat	8	pail	Rp4,000,000	Rp 32,099,417
	Thinner	74	liter	Rp7,000	Rp 519,468
	SUB TOTAL I				Rp 1,597,811,382
II	JASA PEKERJA				
1	Buat baru dan Perakitan	79784.19	kg	Rp3,200	Rp 255,309,395
2	Pasang Gate Valve 12"	8	buah	Rp650,000	Rp 5,200,000
3	Pasang Balok Kayu Landasan/Fender	18	buah	Rp75,000	Rp 1,350,000
4	Pasang Karet Packing	69	m	Rp65,000	Rp 4,488,250
5	Pasang Railing Pipa	57	m	Rp34,500	Rp 1,966,500
6	Pasang Pipa Udara	4	buah	Rp175,000	Rp 700,000
7	Pasang Manhole	4	buah	Rp225,000	Rp 900,000
8	Pengecatan	495	m2	Rp2,400	Rp 1,187,356
	SUB TOTAL II				Rp 271,101,501
	JUMLAH TOTAL				Rp 1,868,912,883

Perhitungan Cost

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.60 m

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I	MATERIAL				
1	Pelat / profile	82793.16	kg	Rp9,000	Rp 745,138,450
	Consumable	4139.66	kg	Rp26,000	Rp 107,631,109
2	Railing Pipa				
	Pipa sch 40 diameter 2" (28020 mm x 2 buah)	10	batang	Rp294,975	Rp 2,949,750
	Pipa sch 40 diameter 5/4"(28020 mm x 2 x 2 buah)	19	batang	Rp198,720	Rp 3,775,680
	Pelat strip (75x10 mm x 1100 mm x 16 x 2 buah)	7	batang	Rp215,000	Rp 1,505,000
	Pelat strip (75x10 mm x 525 mm x 16 x 2 buah)	4	batang	Rp215,000	Rp 860,000
3	Gate Valve 12"-300	8	buah	Rp49,751,000	Rp 398,008,000
	Pipa sch 40 diameter 12" (200 mm x 8)	1	batang	Rp4,336,650	Rp 4,336,650
	Round Bar diameter 40 mm (3600 mm x 8)	8	batang	Rp630,000	Rp 5,040,000
	Flange diameter 12"	8	buah	Rp930,000	Rp 7,440,000
4	Bolder				
	Pipa sch 40 diameter 10" (400 mm x 4 buah)	1	batang	Rp3,384,450	Rp 3,384,450
	Pelat Pondasi (1065 mm x 360 mm x 10 mm x 2 buah)	75	kg	Rp9,000	Rp 675,000
5	Pipa Udara				
	Pipa sch 40 diameter 3" (1300 mm x 4 buah)	1	batang	Rp600,300	Rp 600,300
6	Manhole				
	Pelat (600 mm x 450 mm x 10 mm x 2 buah)	113	kg	Rp9,000	Rp 1,017,000
	Mur baut diameter 1/2 " x 2"	40	buah	Rp2,500	Rp 100,000
7	Baut Tanam Pengikat Kayu	52	buah	Rp2,500	Rp 130,000
	Diameter 1/2" x 3 "				
8	Packing				
	Karet Packing	69	m	Rp3,750,000	Rp 258,937,500
	Baut Karet Packing	60	buah	Rp2,500	Rp 150,000
9	Kayu Bengkirai	1	m3	Rp9,300,000	Rp 9,300,000
10	Zinc Anode	7	unit	Rp458,900	Rp 3,008,927
11	Coating				
	Sandblasting	49,565	kg	Rp525	Rp 26,021,611
	Prime coat	8	pail	Rp800,000	Rp 6,608,663
	Anti corrosive coat	8	pail	Rp1,100,000	Rp 9,086,912
	Anti fouling coat	8	pail	Rp4,000,000	Rp 31,719,268
	Thinner	73	liter	Rp7,000	Rp 513,481
	SUB TOTAL I				Rp 1,627,937,751
II	JASA PEKERJA				
1	Buat baru dan Perakitan	82793.16	kg	Rp3,200	Rp 264,938,115
2	Pasang Gate Valve 12"	8	buah	Rp650,000	Rp 5,200,000
3	Pasang Balok Kayu Landasan/Fender	18	buah	Rp75,000	Rp 1,350,000
4	Pasang Karet Packing	69	m	Rp65,000	Rp 4,488,250
5	Pasang Railing Pipa	57	m	Rp34,500	Rp 1,966,500
6	Pasang Pipa Udara	4	buah	Rp175,000	Rp 700,000
7	Pasang Manhole	4	buah	Rp225,000	Rp 900,000
8	Pengecatan	489	m2	Rp2,400	Rp 1,173,671
	SUB TOTAL II				Rp 280,716,536
	JUMLAH TOTAL				Rp 1,908,654,287

Perhitungan Cost

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.65 m

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I	MATERIAL				
1	Pelat / profile	78784.66	kg	Rp9,000	Rp 709,061,963
	Consumable	3939.23	kg	Rp26,000	Rp 102,420,061
2	Railing Pipa				
	Pipa sch 40 diameter 2" (28020 mm x 2 buah)	10	batang	Rp294,975	Rp 2,949,750
	Pipa sch 40 diameter 5/4"(28020 mm x 2 x 2 buah)	19	batang	Rp198,720	Rp 3,775,680
	Pelat strip (75x10 mm x 1100 mm x 16 x 2 buah)	7	batang	Rp215,000	Rp 1,505,000
	Pelat strip (75x10 mm x 525 mm x 16 x 2 buah)	4	batang	Rp215,000	Rp 860,000
3	Gate Valve 12"-300	8	buah	Rp49,751,000	Rp 398,008,000
	Pipa sch 40 diameter 12" (200 mm x 8)	1	batang	Rp4,336,650	Rp 4,336,650
	Round Bar diameter 40 mm (3200 mm x 8)	8	batang	Rp630,000	Rp 5,040,000
	Flange diameter 12"	8	buah	Rp930,000	Rp 7,440,000
4	Bolder				
	Pipa sch 40 diameter 10" (400 mm x 4 buah)	1	batang	Rp3,384,450	Rp 3,384,450
	Pelat Pondasi (1065 mm x 360 mm x 10 mm x 2 buah)	75	kg	Rp9,000	Rp 675,000
5	Pipa Udara				
	Pipa sch 40 diameter 3" (1300 mm x 4 buah)	1	batang	Rp600,300	Rp 600,300
6	Manhole				
	Pelat (600 mm x 450 mm x 10 mm x 2 buah)	113	kg	Rp9,000	Rp 1,017,000
	Mur baut diameter 1/2 " x 2"	40	buah	Rp2,500	Rp 100,000
7	Baut Tanam Pengikat Kayu	52	buah	Rp2,500	Rp 130,000
	Diameter 1/2" x 3 "				
8	Packing				
	Karet Packing	69	m	Rp3,750,000	Rp 258,937,500
	Baut Karet Packing	60	buah	Rp2,500	Rp 150,000
9	Kayu Bengkirai	1	m3	Rp9,300,000	Rp 9,300,000
10	Zinc Anode	7	unit	Rp458,900	Rp 3,008,927
11	Coating				
	Sandblasting	47,681	kg	Rp525	Rp 25,032,511
	Prime coat	8	pail	Rp800,000	Rp 6,357,463
	Anti corrosive coat	8	pail	Rp1,100,000	Rp 8,741,512
	Anti fouling coat	8	pail	Rp4,000,000	Rp 30,463,268
	Thinner	71	liter	Rp7,000	Rp 493,699
	SUB TOTAL I				Rp 1,583,788,734
II	JASA PEKERJA				
1	Buat baru dan Perakitan	78784.66	kg	Rp3,200	Rp 252,110,920
2	Pasang Gate Valve 12"	8	buah	Rp650,000	Rp 5,200,000
3	Pasang Balok Kayu Landasan/Fender	18	buah	Rp75,000	Rp 1,350,000
4	Pasang Karet Packing	69	m	Rp65,000	Rp 4,488,250
5	Pasang Railing Pipa	57	m	Rp34,500	Rp 1,966,500
6	Pasang Pipa Udara	4	buah	Rp175,000	Rp 700,000
7	Pasang Manhole	4	buah	Rp225,000	Rp 900,000
8	Pengecatan	470	m2	Rp2,400	Rp 1,128,455
	SUB TOTAL II				Rp 267,844,125
	JUMLAH TOTAL				Rp 1,851,632,859

Perhitungan Cost

KONSTRUKSI JARAK GADING 0.70 m

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I	MATERIAL				
1	Pelat / profile	81716.00	kg	Rp9,000	Rp 735,444,016
	Consumable	4085.80	kg	Rp26,000	Rp 106,230,802
2	Railing Pipa				
	Pipa sch 40 diameter 2" (28020 mm x 2 buah)	10	batang	Rp294,975	Rp 2,949,750
	Pipa sch 40 diameter 5/4"(28020 mm x 2 x 2 buah)	19	batang	Rp198,720	Rp 3,775,680
	Pelat strip (75x10 mm x 1100 mm x 16 x 2 buah)	7	batang	Rp215,000	Rp 1,505,000
	Pelat strip (75x10 mm x 525 mm x 16 x 2 buah)	4	batang	Rp215,000	Rp 860,000
3	Gate Valve 12"-300	8	buah	Rp49,751,000	Rp 398,008,000
	Pipa sch 40 diameter 12" (200 mm x 8)	1	batang	Rp4,336,650	Rp 4,336,650
	Round Bar diameter 40 mm (3200 mm x 8)	8	batang	Rp630,000	Rp 5,040,000
	Flange diameter 12"	8	buah	Rp930,000	Rp 7,440,000
4	Bolder				
	Pipa sch 40 diameter 10" (400 mm x 4 buah)	1	batang	Rp3,384,450	Rp 3,384,450
	Pelat Pondasi (1065 mm x 360 mm x 10 mm x 2 buah)	75	kg	Rp9,000	Rp 675,000
5	Pipa Udara				
	Pipa sch 40 diameter 3" (1300 mm x 4 buah)	1	batang	Rp600,300	Rp 600,300
6	Manhole				
	Pelat (600 mm x 450 mm x 10 mm x 2 buah)	113	kg	Rp9,000	Rp 1,017,000
	Mur baut diameter 1/2 " x 2"	40	buah	Rp2,500	Rp 100,000
7	Baut Tanam Pengikat Kayu	52	buah	Rp2,500	Rp 130,000
	Diameter 1/2" x 3 "				
8	Packing				
	Karet Packing	69	m	Rp3,750,000	Rp 258,937,500
	Baut Karet Packing	60	buah	Rp2,500	Rp 150,000
9	Kayu Bengkirai	1	m3	Rp9,300,000	Rp 9,300,000
10	Zinc Anode	7	unit	Rp458,900	Rp 3,008,927
11	Coating				
	Sandblasting	46,990	kg	Rp525	Rp 24,669,841
	Prime coat	8	pail	Rp800,000	Rp 6,265,356
	Anti corrosive coat	8	pail	Rp1,100,000	Rp 8,614,865
	Anti fouling coat	8	pail	Rp4,000,000	Rp 30,002,735
	Thinner	69	liter	Rp7,000	Rp 486,446
	SUB TOTAL I				Rp 1,612,932,318
II	JASA PEKERJA				
1	Buat baru dan Perakitan	81716.00	kg	Rp3,200	Rp 261,491,206
2	Pasang Gate Valve 12"	8	buah	Rp650,000	Rp 5,200,000
3	Pasang Balok Kayu Landasan/Fender	18	buah	Rp75,000	Rp 1,350,000
4	Pasang Karet Packing	69	m	Rp65,000	Rp 4,488,250
5	Pasang Railing Pipa	57	m	Rp34,500	Rp 1,966,500
6	Pasang Pipa Udara	4	buah	Rp175,000	Rp 700,000
7	Pasang Manhole	4	buah	Rp225,000	Rp 900,000
8	Pengecatan	463	m2	Rp2,400	Rp 1,111,876
	SUB TOTAL II				Rp 277,207,831
	JUMLAH TOTAL				Rp 1,890,140,150

LAMPIRAN 9

List Result ANSYS

MESH 0.55

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1
TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0
SHELL NODAL RESULTS ARE AT TOP

NODE	S1	S2	S3	SINT	SEQV
40431	-0.12226E-02	-0.32789E+08	-0.16962E+09	0.16962E+09	0.15584E+09
40427	0.15661E+09	0.15934E+08	0.19925E-02	0.15661E+09	0.14928E+09
40341	0.15637E+09	0.15988E+08	0.19821E-02	0.15637E+09	0.14902E+09
40345	-0.11622E-02	-0.31971E+08	-0.16234E+09	0.16234E+09	0.14895E+09
40432	-0.10824E-02	-0.35741E+08	-0.15732E+09	0.15732E+09	0.14284E+09
40426	0.14849E+09	0.12909E+08	0.21267E-02	0.14849E+09	0.14247E+09
40340	0.14666E+09	0.11981E+08	0.22065E-02	0.14666E+09	0.14105E+09
40423	-0.11720E-02	-0.24226E+08	-0.14986E+09	0.14986E+09	0.13933E+09
40350	0.15026E+09	0.27964E+08	0.13581E-02	0.15026E+09	0.13841E+09
40436	0.14994E+09	0.28482E+08	0.13451E-02	0.14994E+09	0.13792E+09
40346	-0.10182E-02	-0.33438E+08	-0.14785E+09	0.14785E+09	0.13429E+09
40422	0.51335E+08	-0.13957E+08	-0.10265E+09	0.15398E+09	0.13387E+09
40342	0.13799E+09	0.11036E+08	0.21119E-02	0.13799E+09	0.13282E+09
40337	-0.10839E-02	-0.24107E+08	-0.14209E+09	0.14209E+09	0.13171E+09
40437	0.14221E+09	0.24991E+08	0.13148E-02	0.14221E+09	0.13151E+09
40428	0.13685E+09	0.11513E+08	0.20113E-02	0.13685E+09	0.13147E+09
40351	0.14099E+09	0.23815E+08	0.13260E-02	0.14099E+09	0.13072E+09
40349	0.13284E+09	0.22085E+08	0.12583E-02	0.13284E+09	0.12329E+09
40441	-0.91729E-03	-0.33978E+08	-0.13531E+09	0.13531E+09	0.12192E+09
40435	0.13100E+09	0.22380E+08	0.12258E-02	0.13100E+09	0.12137E+09
40359	0.13748E+09	0.46941E+08	0.11439E-02	0.13748E+09	0.12104E+09
40415	0.16518E+08	-0.29914E+08	-0.11922E+09	0.13574E+09	0.11949E+09
40445	0.13604E+09	0.48104E+08	0.11364E-02	0.13604E+09	0.11949E+09
40329	0.18540E+08	-0.24929E+08	-0.11281E+09	0.13135E+09	0.11590E+09
40355	-0.86527E-03	-0.29316E+08	-0.12628E+09	0.12628E+09	0.11447E+09
40446	0.12994E+09	0.44097E+08	0.10805E-02	0.12994E+09	0.11445E+09
40360	0.12946E+09	0.42361E+08	0.10733E-02	0.12946E+09	0.11433E+09
40354	-0.91535E-03	-0.22153E+08	-0.12328E+09	0.12328E+09	0.11383E+09
40440	-0.90042E-03	-0.22634E+08	-0.12266E+09	0.12266E+09	0.11305E+09
40421	0.64089E+08	0.11243E+08	-0.63916E+08	0.12801E+09	0.11142E+09
40414	0.26859E+08	-0.20391E+08	-0.99333E+08	0.12619E+09	0.11043E+09
40425	0.11054E+09	0.31769E+06	0.41407E-01	0.11054E+09	0.11039E+09
40450	-0.82850E-03	-0.29153E+08	-0.12155E+09	0.12155E+09	0.10991E+09

40358	0.12229E+09	0.39227E+08	0.10127E-02	0.12229E+09	0.10815E+09
40339	0.10814E+09	93061.	0.13505	0.10814E+09	0.10809E+09
40328	0.29281E+08-0.	16748E+08-0.	94159E+08	0.12344E+09	0.10805E+09
40368	0.12200E+09	0.56612E+08	0.10792E-02	0.12200E+09	0.10575E+09
40444	0.11929E+09	0.39238E+08	0.98937E-03	0.11929E+09	0.10531E+09

MESH 0.6

***** POST1 NODAL STRESS LISTING *****

LOAD STEP= 0 SUBSTEP= 1

TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

SHELL NODAL RESULTS ARE AT TOP

NODE	S1	S2	S3	SINT	SEQV
1276	0.93163E+08	0.89984E-03-0.	75712E+08	0.16887E+09	0.14651E+09
812	0.92653E+08	0.89507E-03-0.	76253E+08	0.16891E+09	0.14651E+09
1274	0.87892E+08	0.84957E-03-0.	77679E+08	0.16557E+09	0.14348E+09
810	0.87255E+08	0.84351E-03-0.	78188E+08	0.16544E+09	0.14335E+09
1285	0.87948E+08	0.84953E-03-0.	71588E+08	0.15954E+09	0.13840E+09
821	0.86933E+08	0.83988E-03-0.	71817E+08	0.15875E+09	0.13769E+09
1240	0.11978E+08	0.12193E-02-0.	12716E+09	0.13914E+09	0.13355E+09
782	0.12126E+08	0.11829E-02-0.	12611E+09	0.13824E+09	0.13259E+09
1242	0.13105E+09	46832.	0.39398	0.13105E+09	0.13103E+09
776	0.12897E+09-0.	28760E-01-0.	58802E+06	0.12956E+09	0.12926E+09
1283	0.81754E+08	0.78918E-03-0.	64160E+08	0.14591E+09	0.12667E+09
819	0.81153E+08	0.78359E-03-0.	64535E+08	0.14569E+09	0.12644E+09
811	0.76244E+08	0.73709E-03-0.	69536E+08	0.14578E+09	0.12629E+09
1275	0.76712E+08	0.74160E-03-0.	68812E+08	0.14552E+09	0.12609E+09
1241	0.79530E+08	0.76797E-03-0.	63685E+08	0.14322E+09	0.12428E+09
783	0.78163E+08	0.75498E-03-0.	63763E+08	0.14193E+09	0.12312E+09
1290	0.12521E+09	0.81536E+07	0.22751E-02	0.12521E+09	0.12134E+09
824	0.12486E+09	0.79815E+07	0.23054E-02	0.12486E+09	0.12107E+09
1261	0.46220E+08	0.46893E-03-0.	89017E+08	0.13524E+09	0.11906E+09
832	0.86554E+08	0.82243E-03-0.	49073E+08	0.13563E+09	0.11894E+09
1296	0.87793E+08	0.83074E-03-0.	47570E+08	0.13536E+09	0.11894E+09
1279	0.11051E+09	0.49376E-03-0.	15150E+08	0.12566E+09	0.11882E+09
797	0.45950E+08	0.46641E-03-0.	88682E+08	0.13463E+09	0.11854E+09
1262	0.51265E+08	0.50492E-03-0.	83724E+08	0.13499E+09	0.11802E+09
815	0.10847E+09	0.56278E-03-0.	16448E+08	0.12492E+09	0.11756E+09
798	0.51076E+08	0.50283E-03-0.	83124E+08	0.13420E+09	0.11732E+09
1247	0.55322E+08	0.53857E-03-0.	79359E+08	0.13468E+09	0.11725E+09
1284	0.53131E+08	0.51936E-03-0.	80657E+08	0.13379E+09	0.11668E+09
781	0.55038E+08	0.53573E-03-0.	78792E+08	0.13383E+09	0.11651E+09
820	0.52858E+08	0.51665E-03-0.	80095E+08	0.13295E+09	0.11594E+09

1246	0.10182E+09	0.76735E-03-0.24021E+08	0.12584E+09	0.11572E+09
780	0.10165E+09	0.76240E-03-0.23770E+08	0.12542E+09	0.11539E+09
108	0.65347E+08	0.63179E-03-0.67767E+08	0.13311E+09	0.11529E+09
1273	0.14309E+08	0.69384E-03-0.10537E+09	0.11968E+09	0.11320E+09
809	0.14199E+08	0.69382E-03-0.10497E+09	0.11917E+09	0.11274E+09
1260	0.48106E+08	0.47549E-03-0.80691E+08	0.12880E+09	0.11273E+09
1236	0.75776E+08	0.72919E-03-0.53073E+08	0.12885E+09	0.11216E+09
796	0.47853E+08	0.47282E-03-0.80110E+08	0.12796E+09	0.11199E+09

MESH 0.65

***** POST1 NODAL STRESS LISTING *****

LOAD STEP= 0 SUBSTEP= 1

TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

SHELL NODAL RESULTS ARE AT TOP

NODE	S1	S2	S3	SINT	SEQV
16317	-0.10198E-02-0.29744E+08-0.14452E+09	0.14452E+09	0.13219E+09		
16321	0.12891E+09	0.13442E+08	0.16112E-02	0.12891E+09	0.12274E+09
16334	-0.88873E-03-0.31873E+08-0.13068E+09	0.13068E+09	0.11802E+09		
16322	0.12127E+09	0.10996E+08	0.16811E-02	0.12127E+09	0.11616E+09
16330	0.12353E+09	0.24087E+08	0.10981E-02	0.12353E+09	0.11342E+09
16325	-0.95547E-03-0.18406E+08-0.11913E+09	0.11913E+09	0.11107E+09		
16320	0.11302E+09	0.98539E+07	0.16151E-02	0.11302E+09	0.10843E+09
16329	0.11625E+09	0.21019E+08	0.10625E-02	0.11625E+09	0.10729E+09
16331	0.10852E+09	0.19278E+08	0.99892E-03	0.10852E+09	0.10028E+09
16339	0.11242E+09	0.40783E+08	0.94231E-03	0.11242E+09	0.98571E+08
16343	-0.71210E-03-0.25451E+08-0.10467E+09	0.10467E+09	0.94547E+08		
16338	0.10649E+09	0.36852E+08	0.88730E-03	0.10649E+09	0.93667E+08
16326	-0.73608E-03-0.18653E+08-0.10051E+09	0.10051E+09	0.92600E+08		
15611	0.82858E+08	0.36993E-03-0.11354E+08	0.94212E+08	0.89079E+08	
16323	0.89015E+08	0.84653E+06	0.10136E-01	0.89015E+08	0.88595E+08
16340	0.99325E+08	0.34206E+08	0.82718E-03	0.99325E+08	0.87395E+08
16348	0.99301E+08	0.49073E+08	0.89511E-03	0.99301E+08	0.85999E+08
15615	0.10831E+08	0.52421E-03-0.79684E+08	0.90516E+08	0.85616E+08	
34296	0.0000	-0.34966E+08-0.95920E+08	0.95920E+08	0.84079E+08	
16347	0.95865E+08	0.44113E+08	0.84599E-03	0.95865E+08	0.83109E+08
34297	0.0000	-0.33159E+08-0.93830E+08	0.93830E+08	0.82416E+08	
16328	0.86208E+08	0.93224E+07	0.10502E-02	0.86208E+08	0.81945E+08
16352	-0.64299E-03-0.15360E+08-0.86249E+08	0.86249E+08	0.79687E+08		
15623	0.40767E+08	0.39462E-03-0.50066E+08	0.90833E+08	0.78801E+08	
16349	0.89600E+08	0.40720E+08	0.78796E-03	0.89600E+08	0.77703E+08
15632	0.17870E+08	0.28596E-03-0.67200E+08	0.85070E+08	0.77692E+08	
15668	0.64148E+08	0.56106E-03-0.22211E+08	0.86358E+08	0.77672E+08	

15647	0.41756E+08	0.40383E-03-0.47642E+08	0.89398E+08	0.77477E+08
15702	0.73670E+08-0.47635E-03-0.41787E+07	0.77849E+08	0.75846E+08	
16319	0.74319E+08-0.19517E-02-0.20579E+07	0.76377E+08	0.75369E+08	
12285	-0.13685E-02-0.44659E+07-0.76280E+08	0.76280E+08	0.74148E+08	
15746	0.40194E+08	0.38872E-03-0.45341E+08	0.85535E+08	0.74120E+08
15648	0.46577E+08	0.44992E-03-0.38165E+08	0.84742E+08	0.73509E+08
15645	0.36481E+08	0.35371E-03-0.47913E+08	0.84394E+08	0.73311E+08
15662	0.44968E+08	0.43464E-03-0.39330E+08	0.84299E+08	0.73059E+08
34298	0.0000	-0.26375E+08-0.82530E+08	0.82530E+08	0.73008E+08
16337	0.81318E+08	0.21919E+08	0.67490E-03	0.81318E+08
15607	0.43499E+08	0.42054E-03-0.40001E+08	0.83500E+08	0.72334E+08

MESH 0.7

***** POST1 NODAL STRESS LISTING *****

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1

TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

SHELL NODAL RESULTS ARE AT TOP

NODE	S1	S2	S3	SINT	SEQV
20638	0.11335E+09	0.10270E+08	0.15723E-02	0.11335E+09	0.10858E+09
21434	-0.87339E-03-0.20176E+08-0.11592E+09	0.11592E+09	0.10727E+09		
20634	-0.84625E-03-0.19880E+08-0.11292E+09	0.11292E+09	0.10441E+09		
21451	-0.78467E-03-0.28252E+08-0.11542E+09	0.11542E+09	0.10421E+09		
20639	0.10750E+09	0.83284E+07	0.16882E-02	0.10750E+09	0.10358E+09
21438	0.10805E+09	0.10132E+08	0.14600E-02	0.10805E+09	0.10336E+09
20718	0.10982E+09	0.18455E+08	0.10351E-02	0.10982E+09	0.10185E+09
21439	0.10179E+09	0.86182E+07	0.14885E-02	0.10179E+09	0.97763E+08
21442	-0.80937E-03-0.17281E+08-0.10466E+09	0.10466E+09	0.97174E+08		
20719	0.10405E+09	0.16290E+08	0.10141E-02	0.10405E+09	0.96934E+08
21447	0.10478E+09	0.18505E+08	0.96677E-03	0.10478E+09	0.96861E+08
20714	-0.72419E-03-0.27096E+08-0.10691E+09	0.10691E+09	0.96269E+08		
21460	-0.73455E-03-0.33651E+08-0.10780E+09	0.10780E+09	0.95525E+08		
20637	0.97818E+08	0.74758E+07	0.15535E-02	0.97818E+08	0.94302E+08
20643	0.37234E+08-0.11985E+08-0.69387E+08	0.10662E+09	0.92427E+08		
21446	0.98621E+08	0.16511E+08	0.93120E-03	0.98621E+08	0.91490E+08
20709	0.10268E+09	0.32001E+08	0.84921E-03	0.10268E+09	0.91004E+08
21437	0.93185E+08	0.76082E+07	0.14027E-02	0.93185E+08	0.89623E+08
20717	0.94928E+08	0.14741E+08	0.92895E-03	0.94928E+08	0.88483E+08
21456	0.98049E+08	0.32248E+08	0.81319E-03	0.98049E+08	0.86554E+08
20710	0.97353E+08	0.29601E+08	0.80468E-03	0.97353E+08	0.86441E+08
20642	-0.70352E-03-0.16215E+08-0.93305E+08	0.93305E+08	0.86348E+08		
20705	-0.66096E-03-0.29745E+08-0.97249E+08	0.97249E+08	0.86310E+08		
21448	0.90239E+08	0.14766E+08	0.86102E-03	0.90239E+08	0.83837E+08

20644 0.46358E+08 0.29898E+07-0.49925E+08 0.96283E+08 0.83520E+08
20700 0.94612E+08 0.40546E+08 0.81939E-03 0.94612E+08 0.82215E+08
21455 0.92795E+08 0.29735E+08 0.76835E-03 0.92795E+08 0.82072E+08
21469 -0.60710E-03-0.22598E+08-0.89589E+08 0.89589E+08 0.80699E+08
20632 0.96487E+07-0.19692E+08-0.80988E+08 0.90636E+08 0.80103E+08
21443 -0.61887E-03-0.17330E+08-0.86839E+08 0.86839E+08 0.79602E+08
20708 0.89296E+08 0.26612E+08 0.73802E-03 0.89296E+08 0.79408E+08
20640 0.79610E+08 0.10170E+07 0.67705E-02 0.79610E+08 0.79106E+08
20701 0.90325E+08 0.37811E+08 0.77788E-03 0.90325E+08 0.78568E+08
21465 0.90475E+08 0.40697E+08 0.79341E-03 0.90475E+08 0.78485E+08
20696 -0.58576E-03-0.21872E+08-0.86460E+08 0.86460E+08 0.77864E+08
20631 0.11368E+08-0.19508E+08-0.75098E+08 0.86466E+08 0.75895E+08
21464 0.86668E+08 0.37847E+08 0.75413E-03 0.86668E+08 0.75257E+08
21457 0.84769E+08 0.26569E+08 0.70120E-03 0.84769E+08 0.75097E+08

BIODATA PENULIS



Kharis Abdullah, lahir di Kota Semarang Jawa Tengah, 30 Desember 1992. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan H. Warso dan Poniwati. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Sambiroto 02 Kota Semarang, SMPN 9 Kota Semarang, SMAN 1 Kota Semarang dan lulus pada tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikan tahapan sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Jurusan Teknik Perkapalan.

Pada tahapan S-1 di Teknik Perkapalan ITS, penulis mengambil bidang studi Rekayasa Perkapalan bidang keahlian Konstruksi dan Kekuatan Kapal. Beberapa pelatihan yang diikuti seperti; LKMM Pra-TD, LKMM TD, *Autocad Intermediate Course* diadakan oleh Jurusan Teknik Perkapalan ITS. Tak hanya itu, di sisi lain dia juga banyak berkontribusi pada organisasi kampus. Terlihat dari pencapaiannya yaitu; staff pada Semarak Mahasiswa Perkapalan (SAMPAN 6) tahun 2011-2012, staff pada Departemen Kesejahteraan Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL) ITS tahun 2012- 2014, Staff pada Departemen Mentoring LDJ Teknik Perkapalan tahun 2012- 2014, sie workshop ITS EXPO 2012-2014. Pada tahun 2014, penulis menyelesaikan Kerja Praktek di PT. BKI Cabang Semarang dan PT. PAL Indonesia. Penulis juga menguasai beberapa *software* sebagai penunjang ilmu perkapalan meliputi AutoCAD, Maxsurf (Design of Hull), ASNYS APDL (Multiphysics), dan CFD (CFX dan ICEM).

Email : abdullah.kharis@gmail.com